



Universidade de Aveiro
2008

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial

**Sofia Manuela
Almeida Cunha**

Seleção de Fornecedores – Estudo de Caso



Universidade de Aveiro
2008

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia
Industrial

**Sofia Manuela
Almeida Cunha**

Seleccção de Fornecedores – Estudo de Caso

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Operações, realizada sob a orientação científica da Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro e co-orientação científica do Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor Auxiliar Convocado a tempo integral do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedicatória

Este trabalho é dedicado aos meus pais e amigos pelo incansável apoio e dedicação.

O júri

presidente

Doutor Joaquim José Borges Gouveia
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor Cristóvão Silva
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de expressar o meu reconhecimento a todos os que de uma forma directa ou indirecta contribuíram para a realização desta dissertação. Aos meus professores e orientadores Prof. Doutora Helena Alvelos e Prof. Doutor Luís Ferreira, pela sua total disponibilidade, esforço e dedicação ao longo de todo este período de orientação. À Grohe e aos meus colegas pelas valiosas informações e esclarecimentos prestados que muito contribuíram para o enriquecimento desta dissertação.

palavras-chave

selecção de fornecedores, ahp, compra não repetitiva, critérios.

resumo

O presente trabalho tem como objectivo principal testar uma metodologia de selecção de fornecedores no contexto de uma compra não repetitiva, numa unidade industrial.

A selecção de fornecedores é considerada actualmente estratégica para as empresas que estão inseridas em ambientes cada vez mais dinâmicos e exigentes. Ao longo desta dissertação são analisados e comparados vários modelos de selecção de fornecedores, e verificada a sua aplicabilidade ao caso de estudo apresentado.

Este estudo contribui para um melhor conhecimento dos métodos de selecção de fornecedores, bem como da importância da selecção dos mesmos nas organizações industriais.

keywords

Supplier selection, ahp, not repetitive purchase, criteria.

abstract

The present work has as main objective to test an application of a model of a supplier selection for a not repetitive purchase, in an industrial unit. The supplier selection is considered currently a strategic issue for the companies who are inserted in more dynamic and demanding environments each time. Throughout this thesis there are analyzed and compared some models of supplier selection, and verified its applicability to the presented case study. This study it contributes for one better knowledge of the methods of supplier selection as well as, of its importance in industrial organizations.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 – Enquadramento e relevância do problema.....	1
1.2 – Organização dos capítulos	1

CAPÍTULO 2 – GESTÃO DE COMPRAS

2.1 – Introdução	3
2.2 – Organização dos capítulos	6
2.3 – O processo de compra.....	8
2.4 – Classificação da compra	11
2.4.1 – Classificação segundo o objecto da compra.....	12
2.4.2 – Classificação segundo o custo da compra.....	13
2.4.3 – Classificação segundo o impacto no lucro e risco de fornecimento.	13
2.5 - Conclusões.....	19

CAPÍTULO 3 – SELECÇÃO DE FORNECEDORES

3.1 - Introdução.....	21
3.2 – O processo de selecção de fornecedores.....	21
3.2.1 – Fase de definição do problema.....	22
3.2.2 – Fase de formulação de critérios.....	23
3.2.3 – Fase de qualificação segundo os critérios	26
3.2.4 – Fase de selecção final.....	27
3.3 – Modelos mais utilizados em cada uma das fases do processo de selecção de fornecedores	30
3.4 – Modelo de categorias	32
3.5 – Modelo de pesos lineares	33
3.6 – Modelos de custo total	34
3.6.1 – Modelo de custo total de posse TCO	34
3.6.2 – Vantagens e limitações do método TCO.....	38
3.7 – Processo de análise hierárquico AHP	40
3.7.1 – Diversas aplicações do método AHP	47

3.7.2 - Vantagens e limitações do método AHP	54
3.8 – Comparação entre modelos.....	55
3.9 - Conclusões.....	57
CAPÍTULO 4 – CASO DA GROHE PORTUGAL	
4.1 - Introdução.....	59
4.2 – Apresentação da empresa Grohe Portugal	60
4.3 – Descrição do processo produtivo da Grohe Portugal.....	61
4.4 – Departamento de Compras.....	62
4.5 – Avaliação de fornecedores	64
4.6 – Processo de compra de bens e equipamentos na Grohe Portugal	65
4.7 – Processo de selecção de fornecedor para a compra de equipamentos	66
4.8 – Discussão do método de selecção actualmente utilizado.....	72
4.9 – Proposta de aplicação do método AHP no processo de selecção de fornecedor para a compra de equipamentos	73
4.9.1 – Aplicação do diagrama de afinidades para a determinação de critérios de selecção de fornecedores	73
4.9.2 – Aplicação do método AHP aos critérios identificados pelo diagrama de afinidades	76
4.9.3 – Determinação manual do peso dos critérios e sub critérios	77
4.9.4 – Árvore de decisão AHP.....	80
4.9.5 – Aplicação do <i>software Expert Choice</i>	83
4.9.6 – Análise dos resultados.....	84
4.10 – Conclusões.....	85
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis e áreas de decisão	10
Figura 2 - Fases de selecção de fornecedores.....	22
Figura 3 – Critérios de selecção de fornecedores	24
Figura 4 - Classificação dos critérios ambientais	26
Figura 5 - Objectivos de aplicação do método TCO	35
Figura 6 - Factores mais importantes para a organização	37
Figura 7 - Árvore de critérios	40
Figura 8 - Árvore de critérios para selecção da melhor localização.....	48
Figura 9 - Árvore de critérios para selecção do melhor ventilador neonatal.....	50
Figura 10 - Árvore de critérios para selecção do melhor sistema de rega.....	51
Figura 11 - Árvore de critérios para selecção do melhor construtor civil	53
Figura 12 - Fluxograma do processo de fabrico Grohe	61
Figura 13 - Layout de uma linha de embalamento automático “Master Karton”.....	67
Figura 14 – Diagrama de afinidades.....	76
Figura 15 – Árvore de decisão AHP.....	82
Figura 16 – Resultados obtidos pelo <i>Expert Choice</i>	83
Figura 17 – Resultado final considerando igual peso para todos os critérios.....	84
Figura 18 – Resultado final considerando unicamente o critério qualidade do equipamento.....	84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de classificação de produtos.....	15
Tabela 2 – Síntese de selecção de fornecedores	29
Tabela 3 – Escala fundamental de valores AHP.....	43
Tabela 4 – Tabela de índice de Ridge.....	44
Tabela 5 – Matriz de comparação dos critérios.....	45
Tabela 6 – Matriz dos pesos dos critérios.....	46
Tabela 7 – Tabela comparativa dos métodos de selecção estudados	56
Tabela 8 – Tabela de pesos dos critérios.	71
Tabela 9 – Tabela de atribuição de pontuações aos critérios.	71
Tabela 10 – Tabela de resultados	72
Tabela 11 – Matriz de critérios AHP.....	78
Tabela 12 - Matriz dos pesos dos critérios AHP	78
Tabela 13 - Matriz dos sub critérios do custo total	79
Tabela 14 – Matriz dos pesos dos sub critérios do custo total.	79
Tabela 15 - Matriz do sub critério custo do equipamento	80
Tabela 16 – Matriz dos pesos do sub critério custo do equipamento	80
Tabela 17 – Comparação dos pesos dos critérios	83

LISTA DE SIGLAS

AHP – *Analytic Hierarchy Process*;

APCER – Associação Portuguesa de Certificação;

EDI – *Electronic Data Interchange*;

IC - Índice de Inconsistência;

IR – Índice de Ridge;

NP EN ISO – Norma Portuguesa *European Norm International Organization Standardization*;

RC - Razão de Consistência;

TCO – *Total Cost of Ownership*.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento e relevância do problema

Diversos estudos têm sido publicados sobre o tema da selecção de fornecedores nas organizações industriais. Boer et al. (2001) justificam esses estudos com o aumento da importância e complexidade do processo de selecção. No entanto, o tema não se encontra esgotado.

Esta dissertação está dirigida para o estudo de um processo de selecção de fornecedores, com vista à compra de equipamentos. Ao longo desta dissertação são analisados e comparados vários modelos de selecção de fornecedores, e verificada a sua aplicabilidade ao caso de estudo apresentado.

O objectivo desta dissertação é testar uma metodologia de selecção de fornecedores para uma compra não repetitiva, numa unidade industrial.

1.2 Organização dos capítulos

A dissertação encontra-se subdividida em cinco capítulos. O primeiro é dedicado à introdução e à estrutura da mesma.

O capítulo seguinte é dedicado ao tema da gestão de compras, sendo identificados alguns factores responsáveis pela crescente importância da função compras nas organizações. No primeiro ponto estuda-se a evolução da função compras e a sua importância estratégica para as organizações. Nos pontos seguintes descreve-se o processo de compra e apresentam-se metodologias de classificação das compras, de modo a agrupá-las em categorias, para posteriormente lhes serem aplicadas estratégias

de compra adequadas. Descrevem-se nomeadamente as classificações de Faris et al., a análise de Pareto e o modelo de *portfolio* de Kraljic, apresentando-se diversas aplicações do mesmo.

No terceiro capítulo estuda-se o tema da selecção de fornecedores. O primeiro ponto é dedicado ao processo de selecção de fornecedores, onde são detalhadas as suas diversas fases, tendo em conta os diferentes grupos de compras. No ponto seguinte, são estudados vários modelos de selecção de fornecedores e é justificada a necessidade de aplicar um modelo adequado à compra de equipamentos.

O quarto capítulo, dedicado ao caso de aplicação estudado, inicia-se com a escolha e justificação da metodologia de estudo de caso, seguindo-se a apresentação da empresa cujo processo de selecção de fornecedores é alvo de discussão nesta dissertação. Faz-se a descrição do processo produtivo e apresentação do departamento de compras. Segue-se a descrição do procedimento de compra e do processo de selecção de fornecedores para a compra de bens e equipamentos. Posteriormente, é feita uma análise comparativa das fases descritas no método de selecção de fornecedores *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e a sua aplicação ao caso em análise. No último ponto apresentam-se alguns resultados práticos e conclusões sobre a aplicação do referido método ao caso estudado.

No quinto e último capítulo apresentam-se as conclusões desta dissertação, tecem-se alguns comentários finais ao trabalho desenvolvido, e antevêm-se novos estudos nesta área.

Capítulo 2

Gestão de compras

2.1 Introdução

Vários autores reflectiram sobre as causas das mudanças verificadas na função compras no sentido do aumento da sua importância no seio das organizações. Uma questão que se coloca é a da própria definição de função compras. Ao longo desta dissertação as expressões “função compras”, “processo de compras” e “departamento de compras” são muitas vezes substituídas simplesmente pela expressão “compras”, mantendo todo o seu significado. Tal como Boer (1998), utiliza-se, neste trabalho, a definição de função compras de Weele (1997) caracterizada pelo conjunto das seis actividades seguintes:

- Especificar o que se deve comprar;
- Seleccionar um ou mais fornecedores;
- Estabelecer um contrato depois de negociadas as condições de compra;
- Enviar pedidos ao fornecedor, ou fornecedores;
- Monitorizar as entregas;
- Enviar reclamações ao fornecedor caso necessário.

Num estudo desenvolvido por McIvor et al. (1997), é descrita a evolução da função compras nas organizações desde a década de 70. Segundo estes autores, nessa década, a selecção e o relacionamento com os fornecedores tinham como único objectivo, obter o preço mais baixo. A crise do petróleo de 1973-1974, veio chamar a atenção para a importância das compras, que devido à escassez de matéria-prima a nível mundial, decorrente da crise, foram obrigadas a ter uma atitude claramente mais activa.

Nos anos 80, verificou-se uma mudança de objectivos, passando-se a privilegiar o relacionamento a longo prazo, baseado em custos totais, confiança, flexibilidade e capacidade de inovação. A partir dos anos 90 o nível de confiança entre comprador e fornecedor foi crescendo, estabelecendo-se parcerias estratégicas na procura de vantagens competitivas para as organizações.

Nydick et al. (1992) consideram a existência de vários factores que contribuíram para a alteração do anterior tipo de relacionamento entre comprador e fornecedor, para um relacionamento de maior comunicação e cooperação entre as duas partes. A esse propósito concluem que:

“As implicações destas alterações são as de tornar a selecção de fornecedores ainda mais importante para as organizações. (...) A escolha errada de um fornecedor pode tornar-se mais desastrosa mas uma vez escolhido, o fornecedor tem a oportunidade de estabelecer um relacionamento de longo prazo, o que se pode transformar numa vantagem estratégica”¹.

Relativamente aos factores impulsionadores da mudança, McIvor et al. (1997) concluem que a rápida mudança tecnológica, a globalização dos mercados, a diminuição do ciclo de vida dos produtos e o crescente *outsourcing* de processos produtivos, são os factores que mais têm contribuído para conferir às compras, um papel relevante nas organizações.

A esse respeito Trent et al. (1998) destacam os seguintes factores como responsáveis pela maior importância atribuída aos fornecedores:

- Crescente necessidade de controlar custos;
- Crescente necessidade de reduzir o custo total de aquisição;
- Crescente influência dos fornecedores na resposta às exigências dos clientes finais;
- Maior importância atribuída a um menor número de fornecedores;
- Maior apetência para a compra de conjuntos de componentes pré-montados.

¹ Nas citações cujo texto original não está escrito em português as traduções são da responsabilidade da autora.

Os mesmos autores afirmam ainda, que as mudanças em termos de organização passam pela introdução de equipas de elevado nível para avaliar, seleccionar e gerir os fornecedores. Também são da opinião que o crescente desenvolvimento de sistemas de gestão de compras se deve à forte necessidade de coordenar e avaliar vários fornecedores de diferentes localizações. Torna-se também mais fácil detectar oportunidades de melhoria, potenciando fornecedores mais eficientes e estrategicamente mais importantes. Verificam, ainda, a existência de uma concentração em *key suppliers* e fornecedores *full service*, com garantia de continuidade e prestação de bom serviço.

Por seu turno, Boer (1998) identifica, também, alguns factores responsáveis pela mudança da função compras nas organizações, dos quais se salientam os seguintes:

- A emergência de novos mercados, nomeadamente os da Ásia e do Médio Oriente;
- O desenvolvimento de novos e mais rápidos meios de consultas de mercado, como por exemplo os leilões on-line, via e-mail, via Internet, entre outros;
- A introdução de novos meios de colocação de encomendas, destacando-se o EDI (*Electronic Data Interchange*);
- A rapidez com que soluções tecnologicamente avançadas se tornam obsoletas;
- A exigência aos compradores de competências mais diversificadas;
- As alterações significativas que a redução de tempo e de custos implicam ao longo de toda a cadeia logística.

Conclui-se, assim, que vários são os factores que têm contribuído para as alterações verificadas da função compras.

Na secção seguinte estuda-se o problema da importância estratégica da função compras, da dependência em relação aos fornecedores e do seu envolvimento estratégico com as organizações. Aborda-se também a forma como o relacionamento entre comprador e fornecedor tem vindo a sofrer alterações ao longo do tempo, acompanhando a evolução das compras.

2.2 Importância estratégica da função compras

Na sequência das mudanças referidas anteriormente, as compras têm vindo a assumir um papel mais relevante na estratégia das organizações, associado a uma alteração do tipo de relacionamento entre comprador e fornecedor. Verifica-se, por um lado, o envolvimento dos fornecedores na estratégia de compras e por outro, a exigência de novas competências dos compradores.

Boer et al. (2001), concluem que pelo facto das organizações se tornarem mais dependentes quer de fornecedores directos quer de indirectos, as consequências de decisões erradas tornam-se mais severas. A esse respeito Kannan e Tan (2002) consideram essencial para o sucesso das organizações um compromisso por parte dos fornecedores e afirmam que um comprometimento estratégico por parte dos fornecedores é vital para o sucesso do negócio.

Mais tarde, Carr et al. (2002) elaboram um estudo onde apresentam o resultado de um inquérito, realizado a 800 organizações em 1999, a fim de verificar o impacto das compras e o envolvimento dos fornecedores na estratégia de compras bem como o seu impacto nas organizações. De acordo com o referido estudo, Carr et al. (2002) salientam que o objectivo é direccionar todas as actividades das compras para a oportunidade da organização atingir os seus objectivos de longo prazo. Por essa razão, a estratégia das compras pode ajudar a aumentar a capacidade das organizações de serem competitivas. Acrescentam ainda que uma função compras não estratégica é reactiva, não integrativa e focada em decisões de curto prazo. Referem que inicialmente, a função compras limitava-se a processar os pedidos de compra e a acompanhar prazos de entrega de pedidos solicitados pelo departamento requisitante. Assim, era vista como pouco importante dentro das organizações, uma vez que as tarefas realizadas pelos compradores eram maioritariamente rotineiras e burocráticas. Concluem que a gestão era feita a curto prazo pelo que ao departamento de compras não eram exigidas medidas estratégicas que permitissem acrescentar valor à organização.

Posteriormente, começou a verificar-se uma crescente preocupação por parte das compras em contribuir para a criação de valor nas organizações. Esta evolução deveu-se à disponibilidade de tecnologias de informação, bem como à amplitude de decisões das compras, de forma a poderem intervir na estratégia global da organização. A rapidez de

comunicação interdepartamental contribuiu para destacar a importância das compras nas organizações. Carr et al. (2002), referem que equipas multifuncionais podem aumentar os resultados das compras contribuindo para atingir um objectivo comum.

As compras passaram a participar em actividades de grande importância para a organização, nomeadamente nos processos de decisão de longo prazo: identificação de fornecedores internacionais, redução da base de fornecedores, projectos de aquisição de equipamentos e planeamento estratégico. Esta nova postura trouxe às compras uma importância estratégica e exigiu novas competências por parte dos compradores. Carr et al. (2002) realçam assim as competências estratégicas dos compradores:

“Para um desempenho estratégico das compras, os compradores possuem um conhecimento estratégico e agem a um nível estratégico. Eles recebem formação para desenvolver essas capacidades estratégicas.”

Ao longo do estudo de Carr et al. (2002), os compradores são considerados um recurso fundamental para a organização atingir os seus objectivos:

“As organizações devem ter capacidades únicas na sua função de compras. Do ponto de vista teórico, os recursos das organizações devem ser utilizados para suportar as suas capacidades de forma a contribuírem para as organizações atingirem vantagem competitiva.”

A gestão do relacionamento com os fornecedores passou a ser orientada no sentido de uma parceria de longo prazo. Carr et al. (2002) acrescentam que:

“Em suma, um desempenho estratégico das compras, conduz a actividades que requerem mais pro-actividade por parte dos compradores no relacionamento, quer ao nível interno quer ao nível externo à organização.” (...) “O papel estratégico das compras não pode ser ignorado. (...) Hoje em dia, as organizações necessitam de adquirir de forma estratégica os seus materiais e serviços, de forma a irem ao encontro das necessidades dos seus clientes. (...) O aumento do seu potencial estratégico pode levar a benefícios ao nível financeiro. Muitas organizações reconhecem a importância estratégica das compras nas suas organizações.”

Como consequência do referido aumento de importância das compras, as decisões de selecção de fornecedores passam a requerer especial atenção por parte das

organizações. Se por um lado as consequências de decisões erradas por parte das compras são mais severas, por outro, o seu potencial estratégico torna-se mais visível. A selecção de fornecedores é também mais importante pelo facto de ser essencial estabelecer compromissos estratégicos entre compradores e fornecedores.

2.3 O processo de compra

Weele (1997) começa por distinguir dois grupos distintos dentro do conjunto de actividades desenvolvidas pelas compras, (já referidas no ponto 2.1):

- *Sourcing* – Envolve as actividades de especificação, de selecção de fornecedores e de colocação de um contrato;
- *Supply* – Refere-se às restantes actividades, de colocação de encomendas, de monitorização de entregas e de seguimento de reclamações.

Para cada uma das actividades inerentes ao *sourcing*, Boer (1998) destaca algumas decisões mais comuns:

- Na definição das especificações do que se deve comprar, coloca-se a questão de se optar por personalizar ou uniformizar o produto;
- Relativamente à selecção de fornecedores, a decisão passa por adicionar, eliminar ou substituir um ou mais fornecedores;
- Quanto ao estabelecimento de um contrato, a decisão a tomar prende-se com a necessidade de manter ou rever as actuais condições contratuais;

Relativamente às actividades de *supply*, destacam-se as questões relacionadas com a quantidade a comprar em cada pedido e a necessidade de efectuar uma inspecção de qualidade.

Baseado no modelo de Hakansson et al. (1975) e Weele (1997), Boer (1998) distingue diferentes áreas e níveis de decisão. No primeiro nível encontram-se as decisões estruturais (decisões organizacionais e atribuição de recursos entre outras). No segundo nível encontram-se as decisões inerentes à função compras, que por sua vez se dividem em duas áreas: *sourcing* (relativas à selecção de fornecedores e a condições contratuais) e *supply* (decisões sobre quantidades a encomendar e prazos de entrega).

Kudrna (1975) contribui também para enriquecer esta discussão. Segundo o autor existem dois tipos de decisões, as de manutenção (selecção de fornecedor e expedição) e as de desenvolvimento das actuais situações de fornecimento, podendo estas últimas ser divididas em decisões de rotina ou decisões estruturais. Boer (1998) para além das decisões ao nível estrutural e inerentes à função compras, passa agora, a incluir aquelas cujo objectivo é o desenvolvimento das actuais situações de fornecimento.

Stekelenborg (1997) considera existirem dois tipos de actividades, uma relacionada com as decisões da compra propriamente dita e outra, relacionada com a gestão das compras. Tendo em conta o contributo de Stekelenborg (1997), Boer (1998) passa a classificar as decisões relacionadas com as compras nas seguintes categorias:

- Decisões de gestão – Conjunto de decisões de controlo: estratégico, de acompanhamento da compra e operacional;
- Decisões operacionais – Conjunto de decisões de *sourcing* e *supply*.

Relativamente às decisões de gestão, Boer (1998) esclarece que: o controlo estratégico engloba as decisões fundamentais para o processo de compra; o controlo de acompanhamento da compra tem como objectivo o desenvolvimento das actuais situações de fornecimento; as decisões de controlo operacional englobam decisões de planeamento e monitorização do processo actual.

Nas decisões operacionais Boer (1998) inclui as decisões de *sourcing* e *supply*, referidas anteriormente.

Apresentam-se na figura 1 alguns exemplos do tipo de decisões dentro de cada categoria de decisão.

Decisões de gestão
<ul style="list-style-type: none"> Controlo estratégico: Quais as tarefas que se devem realizar internamente ou subcontratar? Centralizar ou descentralizar decisões? Recorrer a fornecedor único ou vários? Controlo de acompanhamento: Reduzir o número de fornecedores? Optar por várias fontes de fornecimento? Estender ou não um contracto actual? Controlo operacional: Como coordenar actividades relacionadas com uma compra específica? O que fazer quando alguns componentes são trocados? Como proceder quando alguns componentes são entregues fora do prazo?
Decisões operacionais
<ul style="list-style-type: none"> <i>Sourcing</i>: O quê e como especificar? Que fornecedor escolher? Que tipo de contracto estabelecer? <i>Supply</i>: Quantidade a encomendar e prazo de entrega?

Figura 1 – Níveis e áreas de decisão (adaptado de Boer, 1998)

Boer (1998) compara os estudos de Haakansson (1975), Kudrna (1975) e Van Stekelenborg (1997), concluindo que ao primeiro falta a categoria de gestão do acompanhamento da compra, ao segundo, faltam as categorias de gestão estratégica e gestão operacional e ao último, faltam as categorias de gestão estratégica e de *supply*.

Salienta-se o facto de Boer (1998) inserir no grupo de decisões de *sourcing* a definição de especificações, a selecção de fornecedores e a elaboração de contratos. Considera que estas fases do processo de compra têm grande impacto nos custos, pelo que delas depende grande parte do sucesso das organizações. Segundo o autor, as decisões de selecção de fornecedores podem variar da seguinte forma:

- O número e a natureza dos critérios de selecção definidos (quantitativos e qualitativos);

- As regras de selecção aplicáveis (modelos compensatórios e não compensatórios);
- O número de decisores;
- Os vários tipos de incerteza (necessidade, mercado e transacção).

Relativamente à incerteza da necessidade, é descrita como a maior ou menor facilidade de especificar as características do produto a comprar. A incerteza de mercado prende-se por um lado com a instabilidade do mercado e por outro, com o grau de dificuldade em comparar as características dos potenciais fornecedores. Por último, a incerteza da transacção é o grau de dificuldade encontrado pelo comprador na forma como o produto é transaccionado.

Antes de se passar ao processo de selecção de fornecedores propriamente dito, descrito no próximo capítulo, considera-se relevante abordar a diversidade de situações de compra e a necessidade de as tipificar. Assim, estudam-se diferentes classificações, segundo o objecto da compra, o seu custo, bem como o impacto no lucro e o risco de fornecimento.

2.4 Classificação da compra

As organizações trabalham com um vasto número de componentes com diferentes graus de importância, o que as obriga a adoptar diferentes abordagens de compra. Por essa razão torna-se necessário classificá-los em diferentes categorias. Seguidamente apresentam-se algumas classificações para as compras, de acordo com diferentes critérios.

No primeiro ponto, apresenta-se a classificação de Faris et al. (1967) baseada no tipo de componentes a adquirir. No segundo, descreve-se a análise ABC, baseada no custo da compra. No último ponto destaca-se o modelo de portfolio de Kraljic (1983), cuja classificação se baseia nas características de impacto no lucro e risco de fornecimento.

2.4.1 Classificação segundo as características do objecto da compra

Faris et al. (1967), identifica três tipos de situações de diferente complexidade, conforme se trate da compra de um novo componente, de um componente com novas especificações ou de um componente sem alteração de especificações:

- Nova compra / Novo componente – Diz respeito a um componente inteiramente novo. Nesta situação não existe nenhuma experiência de compras anteriores, pelo que não existem fornecedores conhecidos. Engloba, por esse motivo, um elevado grau de incerteza relativamente às especificações do componente, tornando a resolução do problema extensa e complexa.
- Compra modificada / Componente com novas especificações – Esta compra refere-se a um novo componente com possibilidade de compra a um fornecedor já conhecido, ou a um produto existente, mas com alteração de especificações, podendo este último, ser comprado ao fornecedor habitual ou a um novo fornecedor. Neste caso, existe um nível moderado de incerteza relativamente às especificações, sendo a resolução do problema menos extensa e complexa que a anterior.
- Compra repetitiva / Componente sem alteração de especificações – Refere-se à compra de um componente já conhecido, podendo ser adquirido a um fornecedor também conhecido ou a um novo fornecedor. Caracteriza-se geralmente, pela colocação de uma encomenda dentro de um contrato de fornecimento anteriormente estabelecido. Neste caso, o nível de incerteza é reduzido, por já existirem informações tanto sobre o componente como sobre o fornecedor.

Conclui-se que esta classificação assenta em características do objecto da compra, mais concretamente nas suas especificações. Contudo, esta classificação mostrou-se insuficiente, por não ter em consideração nem a importância da compra para a organização nem o risco de fornecimento da mesma.

2.4.2 Classificação segundo o custo da compra

Gelderman (2003) considera que a análise de Pareto foi, durante muito tempo a única ferramenta capaz de diferenciar as compras mais importantes das menos importantes dentro das organizações. Esta classificação é baseada no volume de compras e no número de componentes / fornecedores.

As compras passam assim a ser classificadas segundo três novas categorias que se caracterizam da seguinte forma:

Categoria A – Esta categoria corresponde a 80% do volume de compras e a 20% do número de componentes / fornecedores;

Categoria B – Refere-se a 15% do volume de compras e a 30% do número de componentes / fornecedores;

Categoria C – Diz respeito a 5% do volume de compras e a 50% do número de componentes / fornecedores.

Esta ferramenta, mostra uma panorâmica geral sobre o espectro de todos os componentes / fornecedores, apresentando contudo várias limitações, conforme Gelderman (2003), baseado em estudos anteriores, salienta:

- Esta análise concentra-se unicamente no custo dos componentes, ignorando por exemplo, os custos da não qualidade (Burt (1989));
- Não apresenta recomendações estratégicas a aplicar a cada uma das categorias identificadas (Steele et al. (1996));
- Não considera entre outros, o risco de mau desempenho do fornecedor (Hartmann et al. (2001)).

Conclui-se que esta classificação é baseada unicamente no custo da compra, não tendo em consideração por exemplo o risco de fornecimento e o tipo de decisão a tomar.

2.4.3 Classificação segundo o impacto no lucro e o risco de fornecimento

Os modelos de *portfolio* constituem uma outra abordagem na tentativa de tipificar a complexidade e diversidade de situações no contexto das compras. Ao

contrário dos modelos de classificação apresentados anteriormente, os modelos de *portfolio* não se limitam a classificar as compras, apresentando ainda sugestões de estratégias de compras.

Segundo Gelderman (2003), os modelos de *portfolio* têm a sua origem nos mercados financeiros. Segundo o autor, existem algumas semelhanças entre os mercados financeiros e as compras, as quais vão desde a eficiente distribuição de recursos, à redução do risco passando pelo balanceamento entre o risco e o retorno. Refere também que em ambos a diversificação da carteira reduz o risco. Contudo, destaca como principal diferença o facto de nos investimentos, a decisão a tomar ser a de investir ou não em determinada aplicação, ao passo que nas compras, passa pela aplicação de diferentes estratégias de aquisição para um conjunto de componentes.

Kraljic (1983) desenvolve um modelo de *portfolio* especificamente dedicado às compras, cujo objectivo define do seguinte modo:

“O objectivo principal deste modelo é reduzir o risco de fornecimento e aumentar o poder da compra das organizações.”

O modelo de *portfolio* elaborado por Kraljic (1983) decompõe-se nas seguintes fases:

- 1ª Fase – Classificação de todos os materiais e componentes, segundo o seu impacto no lucro e risco de fornecimento;
- 2ª Fase – Análise do mercado de fornecimento desses componentes;
- 3ª Fase – Determinação da posição estratégica de fornecimento;
- 4ª Fase – Desenvolvimento de um plano de acção.

Assim, na primeira fase, todos os componentes são classificados segundo o seu impacto no lucro e risco de fornecimento. O impacto no lucro é definido pelo volume de compras, percentagem do custo total ou impacto na qualidade do produto final ou no crescimento do negócio. O risco de fornecimento é definido pela disponibilidade desse componente no mercado, pelo número de possíveis fornecedores, pela possibilidade *make* ou *buy*, pelo risco de armazenagem ou pela possibilidade da sua substituição por outro componente. Cada uma destas dimensões pode assumir um nível alto ou baixo, conforme se mostra na matriz da tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de classificação de produtos (adaptado de Kraljic, 1983)

	Baixo risco	Alto risco
Alto impacto no lucro	Compras alavanca Vários fornecedores; Contratos de curto prazo.	Compras estratégicas Produtos complexos; Contratos de médio / longo termo (Relação de parceria).
Baixo impacto no lucro	Compras de rotina Produtos de baixo valor; Vários fornecedores.	Compras críticas Monopólio de fornecedores; Contratos de longo termo.

Da análise da tabela 1 conclui-se que esta classificação agrupa as compras em quatro categorias:

- Compras alavanca - São identificadas pelo alto impacto no lucro e baixo risco de fornecimento;
- Compras estratégicas – Facilmente identificadas pelo alto impacto no lucro e alto risco de fornecimento;
- Compras de rotina – Apresentam baixo impacto no lucro e baixo risco de fornecimento;
- Compras críticas – Identificam-se pelo baixo impacto no lucro e alto risco de fornecimento.

Terminada a fase de classificação, passa-se à segunda fase do modelo, na qual Kraljic sugere uma análise cuidada ao mercado dos fornecedores. Para todos os quadrantes é proposto o seguinte conjunto de critérios:

- Utilização da capacidade do fornecedor – a utilização da quase totalidade da capacidade do fornecedor pode representar um risco elevado para a organização. O risco de ruptura de fornecimento pode ser eminente e o produto pode tornar-se crítico;
- *Break even point* do fornecedor – um fornecedor que atinja o ponto de equilíbrio entre as receitas e despesas, abaixo dos 70% de capacidade pode praticar preços mais baixos do que outro que atinja o seu ponto de equilíbrio só aos 80%;

- Produtos únicos – a escassez de uma matéria-prima, a utilização de uma tecnologia específica e o elevado investimento no projecto de desenvolvimento são factores que podem implicar a existência de um único fornecedor, tornando o produto único;
- Concentração de volume de compras num fornecedor – a concentração das compras num único fornecedor pode representar uma significativa redução de custos;
- Flexibilidade do fornecedor – a flexibilidade de um fornecedor pode ser identificada pelo comprador, analisando não só as variações de disponibilidade dos produtos, como também as estratégias de venda;
- Riscos de ruptura na entrega ou de não qualidade – estes riscos reflectem-se nos níveis de stock e stock de segurança, o que afecta directamente a produção. A introdução de um novo fornecedor pode levar a alterações na produção, podendo deste modo inviabilizar a sua substituição.

Na fase seguinte do modelo de Kraljic, a organização pode determinar as suas posições estratégicas de fornecimento, utilizando a matriz da tabela 1 bem como a análise dos mercados efectuada na fase anterior.

Kraljic identifica três tipos de estratégias possíveis, atendendo à especificação da situação, nomeadamente: estratégia agressiva de exploração, a adoptar quando se verificar uma elevada força da organização e baixa força do mercado fornecedor; estratégia defensiva de diversificação a aplicar quando existir baixa força da organização face a um forte mercado de fornecedores e por último estratégia balanceada a usar quando houver equilíbrio de forças entre a organização e o mercado de fornecedores.

Na última fase, de desenvolvimento de um plano de acção, Kraljic fornece algumas orientações sobre as diferentes estratégias de fornecimento a aplicar:

Assim, quando a posição da organização é mais forte do que a do fornecedor, esta pode optar por uma estratégia de exploração de vantagens. Para tal, pode por exemplo, exigir tratamento privilegiado, reduzir os níveis de inventário, diminuir o volume de compras com esse fornecedor ou ainda procurar vantagens no preço.

Na presença de um fornecedor dominante, a organização deve adoptar uma estratégia defensiva. Deve procurar novos fornecedores ou investir na relação com os fornecedores actuais, concentrando volumes de compras. Para reduzir o risco de dependência de um fornecedor a longo prazo, é aconselhável optar por uma estratégia de diversificação. Contudo, sempre que a posição não seja de clara vantagem, é recomendável o uso de uma estratégia balanceada.

Kraljic (1983) caracterizou as estratégias de compra a aplicar a cada um dos grupos identificados, do seguinte modo:

- Compras alavanca – As estratégias de compra neste grupo têm como objectivo reduzir os custos totais, nomeadamente os que se referem ao processamento de um elevado número de encomendas ou referências. Este tipo de compra envolve tarefas administrativas relativamente simples.
- Compras de rotina – Os produtos deste grupo são geralmente de baixo valor pelo que podem ser adquiridos por rotina. Os custos de transacção associados à sua compra podem ser mais elevados do que o seu próprio custo de aquisição. Para os bens e serviços nesta categoria, existem geralmente mercados locais competitivos e as competências necessárias para executar este tipo de compras são maioritariamente de natureza administrativa. Assim, com vista a minimizar custos, devem ser definidos processos eficientes de compra devendo a escolha incidir em fornecedores locais.
- Compras estratégicas – Os produtos deste grupo são geralmente complexos, verificando-se dificuldade em assegurar o seu fornecimento. São necessárias competências técnicas específicas para estabelecer e gerir as relações com os fornecedores. Uma vez seleccionado o fornecedor, torna-se necessário estabelecer com ele uma relação a longo prazo, de forma a assegurar a sua continuidade.
- Compras de produtos críticos – Neste grupo, os produtos são muito especializados. Existem poucos potenciais fornecedores e o número de encomendas nesta categoria é reduzido. Também para este grupo são necessárias competências técnicas específicas, a fim de estabelecer e gerir as relações com os fornecedores. As estratégias de compra para esta categoria incidem geralmente na padronização de requisitos. Deste modo aumenta o

número de possíveis fornecedores alternativos, reduzindo assim, a vulnerabilidade da organização face ao fornecedor.

Apesar do modelo de *portfolio* de Kraljic (1983) ser muitas vezes considerado o alicerce de estudos sobre compras, na realidade existe pouca literatura a abordar a sua aplicação na prática.

Após o estudo de aplicação do modelo de *portfolio* de Kraljic (1983) à maior empresa química Holandesa, Gelderman e Weele (2003) concluem que Kraljic propõe algumas estratégias de compras genéricas em consequência da dependência da empresa em relação ao fornecedor. Consideram ainda que não fica claro, se e como, devem ser procuradas outras localizações dentro da matriz.

Após o referido estudo, levantam uma série de questões para as quais o modelo de *portfolio* de Kraljic (1983) não dá resposta, nomeadamente: “O que significava exactamente impacto no lucro e risco de fornecimento?”; “Como podem efectivamente ser medidas estas duas dimensões?”; “Qual a distinção entre alto e baixo risco de fornecimento?”; “Qual a utilidade prática desta matriz?”.

Segundo Gelderman (2003), uma das principais lacunas do modelo de Kraljic é o facto de ser demasiado dirigido aos produtos estratégicos.

Gelderman e Albronda (2004) consideram que, de uma forma geral, as estratégias são delineadas para cada quadrante, embora os movimentos de mudança de quadrante dentro do *portfolio* sejam possíveis e por vezes desejáveis.

Mais tarde, Gelderman e Weele (2005) relacionam a utilização de modelos de *portfolio* com o grau de maturidade (ou sofisticação) das organizações relativamente às compras, considerando os seguintes critérios:

- Nível hierárquico em que a função compras se encontra na organização. Quanto mais curta for a distância da função compras ao topo da hierarquia maior é a maturidade da mesma dentro da organização;
- Contribuição das compras para uma posição competitiva da organização. Se a função compras tiver um certo grau de maturidade, será considerada um importante recurso para a organização;

- Orientação para um relacionamento colaborativo com os fornecedores. A maturidade da função compras implica uma predisposição para um relacionamento de colaboração com os fornecedores;
- Orientação para trabalho em equipas multifuncionais. O grau de maturidade da função compras está directamente relacionado com a sua participação em equipas multifuncionais;
- Aptidão para desenvolver estratégias. A capacidade para implementar estratégias de compras diferenciadas é também um indicador de maturidade da função compras;
- Orientação para tarefas administrativas. Uma organização onde os compradores estão maioritariamente a desempenhar funções administrativas revela um baixo grau de maturidade.

Com este estudo concluem que a utilização de modelos de *portfolio* é um indicador do grau de maturidade da função compras, podendo funcionar como catalizador dentro das organizações.

No próximo capítulo são abordadas com maior pormenor as questões relacionadas com a selecção e os modelos de selecção de fornecedores.

2.5 Conclusões

Dos estudos apresentados conclui-se que ao longo dos tempos várias foram as tentativas de classificação das compras. Os exemplos estudados fornecem apenas algumas orientações genéricas sobre as diferentes abordagens dirigidas ao espectro de componentes e ao leque de fornecedores. Para além destas abordagens, muitas outras são possíveis dada a complexidade e diversidade de situações existentes na prática.

Faris et al. (1967) atribuem uma classificação das compras de acordo com o tipo de componentes a adquirir. A análise ABC é baseada no custo da compra para a organização. O modelo de portfolio de Kraljic (1983) incide sobre as características impacto no lucro e risco de fornecimento.

Boer (1998) inclui a selecção de fornecedores no grupo de decisões de *sourcing* que podem envolver diversos critérios, uns quantitativos e outros qualitativos, combinar diferentes regras de decisão, um ou vários decisores e ainda várias formas de incerteza.

Estes factores contribuem para que as decisões de selecção envolvam um elevado grau de complexidade. Como os modelos de decisão devem ser capazes de dar resposta a esta variedade de situações, o autor conclui que são necessários diferentes modelos para responder às diferentes situações.

No capítulo seguinte é abordada a importância da selecção de fornecedores e o processo de selecção, bem como os modelos de selecção mais utilizados em cada uma das suas fases.

Capítulo 3

Seleccção de fornecedores

3.1 Introdução

O tema de selecção de fornecedores é vasto e complexo. Neste capítulo apresentam-se e discutem-se diversos modelos de selecção de fornecedores.

No primeiro ponto, estabelece-se um enquadramento ao processo de selecção de fornecedores e descrevem-se detalhadamente as diferentes fases do processo.

Nos pontos seguintes apresentam-se diversos modelos disponíveis para facilitar a abordagem e a resolução do problema de selecção de fornecedores. Inicia-se com o estudo do modelo de categorias e pesos lineares de Timmerman (1986), seguindo-se as abordagens ao modelo TCO e ao AHP, terminando com uma comparação entre eles.

3.2 O processo de selecção de fornecedores

No capítulo anterior, concluiu-se que vários factores contribuíram para que o processo de selecção de fornecedores se tornasse cada vez mais importante e complexo.

Nydick et al. (1992) consideram a selecção de fornecedores a tarefa mais importante de todo o processo de compras. Para os autores, o melhor fornecedor não é necessariamente o que apresente melhor tecnologia, melhor preço, ou melhor prazo de entrega. As organizações devem considerar múltiplos critérios para escolher entre os potenciais fornecedores.

Thomas e Janet (1996) analisam a importância da selecção de fornecedores e salientam que parte dessa importância advém do facto da mesma poder comprometer os

recursos da organização, influenciando directamente a produção, o planeamento, a tesouraria e a qualidade do produto final. Facilmente se conclui que uma cuidada selecção de fornecedores para além de importante, permite às organizações terem um melhor desempenho, facto que se vem a reflectir nos seus lucros.

Apresenta-se, no esquema da figura 2, as quatro fases do processo de selecção de fornecedores proposto por Boer (1998):

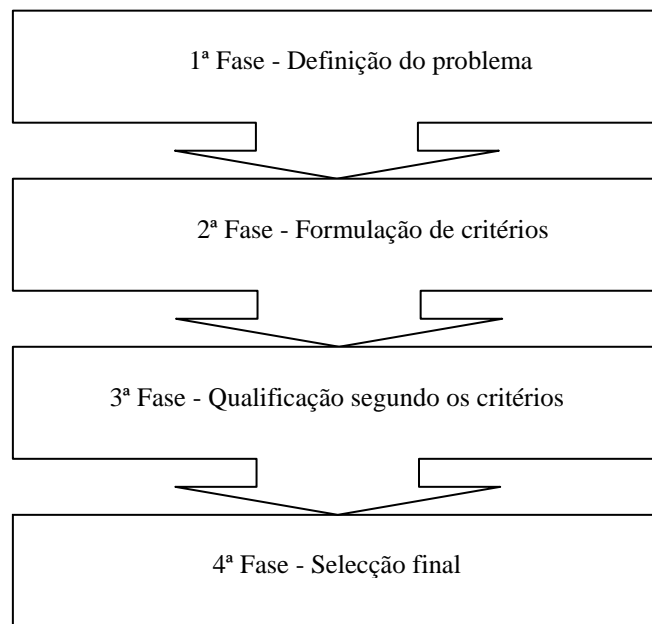


Figura 2 - Fases de selecção de fornecedores (Boer, 1998)

Seguidamente, descreve-se a aplicação das diferentes fases do processo de selecção de fornecedores, para cada grupo de compras:

3.2.1 Fase de definição do problema

De acordo com o estudo efectuado por Boer (1998), o primeiro passo do processo de selecção de fornecedores é a definição do problema.

Para o caso de uma nova compra, a definição do problema consiste na decisão de iniciar um processo de selecção de um novo fornecedor ou de consultar os fornecedores habituais. O mesmo autor, considera que para o grupo de compras de produtos alavanca, a definição do problema é saber até que ponto é preferível aumentar ou restringir o leque de fornecedores habituais. No caso de se tratar de uma compra de

rotina, a definição do problema consiste na decisão de substituir ou não o fornecedor habitual.

Para o grupo de compras estratégicas e críticas, existe um número muito reduzido de possíveis fornecedores, dada a especificidade dos produtos. Assim, a decisão a tomar deixa de ser a introdução de um novo fornecedor e passa a ser a melhor forma de lidar com o fornecedor habitual.

Boer et al. (2001) constataam que as fases anteriores à escolha (definição do problema, formulação dos critérios e qualificação) receberam muito menos atenção nos estudos sobre os temas investigação operacional, fornecedores e compras. Referem ainda que a qualidade da escolha está fortemente dependente da qualidade das fases anteriores.

3.2.2 Fase de formulação de critérios

Devido à sua importância, esta fase do processo de selecção já se encontra bastante desenvolvida na literatura sobre selecção de fornecedores. Reconhecendo que qualquer processo de selecção assenta em critérios e que o sucesso da decisão está dependente de uma rigorosa identificação dos mesmos, vários autores, dos quais se destacam Dickson (1966), Ellram (1990) e Humphreys et al. (2003), centraram o seu estudo na sua definição.

Um dos primeiros e dos mais referidos estudos é o de Dickson (1966) que, através de um questionário realizado a 170 gestores de compras industriais, identifica 23 critérios de selecção de fornecedores, apresentados na figura 3.

Critérios de selecção de fornecedores
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de entrega (cumprimento do prazo, condições de entrega e transporte); • Histórico de entregas (cumprimento de prazos e quantidades); • Garantias e tratamento de reclamações; • Área de produção / <i>Layout</i> adequado; • Preço líquido (preço do produto acrescido do custo do transporte); • Capacidade tecnológica (capacidade do fornecedor apresentar fiabilidade no processo tecnológico); • Posição financeira (retorno do investimento); • Conformidade processual; • Sistema de comunicação; • Reputação e posição externa; • Vocação para o negócio; • Organização e gestão; • Qualidade do produto (capacidade do fornecedor exceder as especificações do produto); • Assistência técnica pós-venda; • Atitude (cooperação, tempo de resposta a novas solicitações, apresentação de propostas para resolução de problemas); • Impressão; • Embalagem adequada ao produto; • Relações laborais; • Localização e acessibilidades; • Volume de negócio; • Serviço ao cliente (assistência e suporte); • Formação aos colaboradores; • Acordos recíprocos.

Figura 3 – Critérios de selecção de fornecedores (adaptado de Dickson, 1966)

Em estudos subsequentes estes critérios encontram-se agrupados de diferentes formas, sendo a mais frequente baseada na possibilidade ou não de se traduzirem numericamente (critérios quantitativos ou qualitativos).

Exemplo disso é a classificação apresentada por Ellram (1990), distinguindo dois grupos de critérios:

- Quantificáveis (*hard criteria*) – custo, qualidade e serviço;
- Difíceis de quantificar (*soft criteria*) – métodos de gestão e direcção estratégica do fornecedor.

Para além dos critérios já apresentados, Humphreys et al. (2003) consideram que os aspectos ambientais têm vindo a ganhar importância junto das organizações, referindo que as organizações têm tentado desenvolver produtos e serviços que utilizem menos embalagem, reduzam a poluição ou consumam menos energia. Consideram ainda que um meio de tornar esse esforço mais eficaz é ligá-lo às actividades das compras.

Desta forma, considera-se que seleccionar fornecedores “amigos do ambiente” é um importante passo para que toda a organização se torne mais consciente da importância destes factores nos seus processos produtivos. Neste contexto, justifica-se que se inclua a componente ambiental nos critérios de selecção de fornecedores.

Note-se que Humphreys et al. (2003), elaboram um estudo de desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à decisão, especificamente para integrar a componente ambiental nos critérios de selecção de fornecedores. Segundo os autores, o cumprimento destes critérios vai ser, cada vez mais, um factor de criação de vantagem competitiva entre os fornecedores. Apresenta-se, na figura 4, uma síntese dos critérios ambientais, agrupados em critérios quantitativos e qualitativos.

Conjunto de critérios ambientais quantitativos
<ul style="list-style-type: none"> • Custos com efeitos poluentes: Englobam os custos com resíduos sólidos, químicos, gasosos e de energia. • Custos com benefícios ambientais: Incluem os custos inerente às compras de materiais não poluentes, com tecnologia “amiga do ambiente”, concepção de produtos não poluentes, formação dos colaboradores para aspectos ambientais e implementação de processos de reciclagem.
Conjunto de critérios ambientais qualitativos
<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de competências: Engloba o suporte da gestão de topo, o envolvimento de parceiros, a formação e a troca de informação ambiental. • “Imagem verde”: Inclui os custos inerentes à gestão de uma “imagem verde”. • Concepção de produtos “verdes”: Implementa sistemas para reciclar, reutilizar e retrabalhar. • Sistemas de gestão ambiental: Definem políticas ambientais, sistemas de gestão e controlo ambiental, implementam a certificação ambiental. • Competências ambientais: Utilizam tecnologia “amiga do ambiente”, materiais não poluentes e alteram os processos tendo em vista a redução da poluição.

Figura 4 – Classificação dos critérios ambientais (adaptado de Humphreys et al., 2003)

Dada a diversidade e complexidade dos critérios, pode concluir-se que a fase da sua definição, se torna ainda mais complexa quando aplicada à aquisição de um novo produto, devido às suas especificidades, tanto a nível de concepção como de produção. Para os restantes grupos de compras, esta fase é bastante mais simples, transformando-se quando muito, numa reformulação de critérios, uma vez que estes já foram definidos anteriormente.

3.2.3 Fase de qualificação segundo os critérios

Esta nova fase inicia-se com a atribuição de pesos aos diferentes critérios, para posteriormente se efectuar a comparação das diversas propostas dos fornecedores. A ponderação dos critérios e a qualificação das propostas parece ser a fase mais complexa

do processo por envolver diversos cálculos. Para facilitar esses cálculos, o comprador tem ao seu dispor um vasto conjunto de ferramentas.

Weber et al. (1991) apresentam um estudo de revisão de selecção de fornecedores e critérios de selecção. Os autores concluem que o custo é o critério mais discutido, seguido dos critérios capacidade de entrega e qualidade. Os restantes critérios são tidos como menos importantes e não tão explorados na literatura, por serem fortemente dependentes do tipo de compra.

Verma e Pullman (1998) elaboram um estudo para verificarem quais são os critérios utilizados na selecção de fornecedores com maior importância para o comprador. Como resultado desse estudo concluem que para o comprador a qualidade é o critério percebido como mais importante, mas que na prática, algumas decisões de compra são baseadas noutros critérios.

De acordo com o estudo de Boer (1998), para uma nova compra poderá existir um pequeno conjunto de fornecedores a qualificar. Em relação à aquisição de produtos alavanca e de rotina, poderá existir um vasto número de possíveis fornecedores a qualificar, bem como um histórico de anteriores fornecimentos. No que se refere à compra de produtos estratégicos e críticos, existe um histórico de fornecimentos anteriores, verificando-se, no entanto, a existência de um número reduzido de fornecedores a qualificar.

3.2.4 Fase de selecção final

A última fase do processo de selecção de fornecedores consiste na escolha do fornecedor que apresente a melhor qualificação segundo os critérios anteriormente estabelecidos. Esta será a fase mais desenvolvida ao longo desta dissertação.

Boer et al. (2001) salientam que no caso de uma nova compra, como não existe histórico de fornecimentos, a selecção final baseia-se num conjunto de vários critérios.

Para as compras alavanca existe um pequeno número de fornecedores e o valor dos componentes é elevado pelo que se justifica uma frequente selecção dos mesmos. Contudo, Boer et al. (2001) verificam que na prática, as três primeiras fases do processo

de selecção são ultrapassadas e a escolha final recai sobre uma lista de fornecedores aprovados anteriormente.

Boer et al. (2001) constataam que na prática, para o caso de compras de rotina, devido ao baixo valor dos componentes, não se justifica uma sistemática selecção dos fornecedores, optando-se geralmente por recorrer aos fornecedores habituais durante um periodo de tempo. Verificam ainda que no caso de compras críticas ou estratégicas a escolha de um fornecedor acaba também, por se manter fixa durante um longo período de tempo, embora por diferentes razões. Neste caso, o motivo é a existência de um elevado risco de fornecimento, quer pela especificidade do componente, quer pela possível escassez de matéria-prima. Assim, a escolha final passa a ser uma monitorização do desempenho do fornecedor actual em vez de ser a selecção de um novo fornecedor.

Apresenta-se na tabela 2, uma síntese das quatro fases do processo de selecção de fornecedores aplicadas aos diversos tipos de compra.

Tabela 2– Síntese de selecção de fornecedores (adaptado de Boer, 1998)

	Nova compra	Compra modificada; Compra alavanca	Compra repetitiva; Compra de rotina	Compra repetitiva; Compra crítica / estratégica
1ª Fase – Problema	- Consultar novo fornecedor?	- Aumentar, restringir ou alterar os fornecedores?	- Substituir o fornecedor habitual?	- Como lidar com o fornecedor habitual?
2ª Fase – Critérios	- Importância variada; - Decisão única; - Não existem critérios previamente definidos nem histórico de fornecimento.	- Moderada a alta importância; - Decisão repetitiva; - Critérios já definidos; - Existe histórico de fornecimento.	- Baixa a moderada importância; - Decisão repetitiva; - Critérios já definidos; - Existe histórico de fornecimento.	- Importância elevada; - Avaliação repetitiva; - Critérios já definidos; - Existe histórico de fornecimento.
3ª Fase – Qualificação	- Pequeno conjunto inicial de fornecedores; - Selecção; - Não existe histórico de fornecimento.	- Elevado número de fornecedores; - Selecção e classificação; - Existe histórico de fornecimento.	- Elevado número de fornecedores; - Selecção; - Existe histórico de fornecimento.	- Número muito reduzido de fornecedores; - Selecção; - Existe histórico de fornecimento.
4ª Fase – Escolha	- Pequeno conjunto de fornecedores; - Classificação; - Histórico não disponível; - Vários critérios de selecção e interacção.	- Pequeno a moderado conjunto de fornecedores; - Classificação; - Histórico disponível; - Poucos critérios de selecção e pouca interacção.	- Pequeno a moderado conjunto de fornecedores; - Classificação; - Histórico disponível; - Poucos critérios de selecção e pouca interacção; - Fonte única de fornecimento na maior parte das vezes.	- Muito pequeno o conjunto de fornecedores, por vezes um único; - Histórico disponível; - Avaliação; - Fonte de fornecimento única.

Salienta-se o facto da tabela 2 interligar as classificações de Faris et al. (1967) e a de Kraljic (1983), com as quatro fases do processo de selecção de fornecedores. Podem observar-se as designações de nova compra ou compra repetida, as quais estão intimamente ligadas às classificações de Faris et al. (1967), de primeira compra e compra modificada. No ponto seguinte são apresentados os modelos mais utilizados em cada uma das fases do processo de selecção.

3.3 Modelos mais utilizados em cada uma das fases do processo de selecção de fornecedores

Quando surge a necessidade de seleccionar um fornecedor, o decisor estabelece um conjunto de critérios de avaliação, de forma a poder comparar as propostas de potenciais fornecedores. Pode contudo acontecer que posteriormente, nas fases de qualificação e selecção, alguns dos critérios entrem em conflito entre si.

Nydick et al. (1992) apresentam como exemplo, um caso em que um fornecedor tendo o melhor custo tem também a pior qualidade, ao passo que outro tendo melhor qualidade tem uma péssima capacidade de entrega. Acrescentam ainda que a importância de cada critério pode variar de compra para compra e que a situação pode ainda ser agravada pelo facto de uns critérios serem quantitativos e outros qualitativos. Concluem assim que é necessário um modelo que reúna tanto critérios objectivos como subjectivos.

Boer (1998) partilha da opinião de que é necessário sistematizar a abordagem aos problemas de selecção de fornecedores, aplicando-lhes um modelo de tomada de decisão adequado. Afirma ainda que devido ao aumento do número de decisões a tomar (maior número de fornecedores a seleccionar) e / ou ao aumento de complexidade (mais informação disponível) a aproximação sistemática ao processo de decisão parece ser uma abordagem correcta. Conclui que são necessários diferentes modelos para diferentes situações de selecção de fornecedores.

Boer (2003) contribui substancialmente para a sistematização dos diversos estudos realizados sobre selecção de fornecedores e apresenta uma revisão dos modelos de selecção de fornecedores, com o objectivo de dar resposta à seguinte questão: “De que forma é que os modelos de decisão podem proporcionar um suporte útil aos responsáveis pelas decisões de selecção de fornecedores?”. É feito um levantamento das

metodologias aplicadas às diversas fases do processo de selecção, não tanto com o intuito de avaliar os diferentes métodos ou desenvolver um novo método, mas somente analisar a receptividade dos decisores à utilização de modelos de decisão. Das conclusões deste estudo destacam-se as seguintes:

- A grande variedade de metodologias disponíveis para dar resposta à diversidade de possíveis situações;
- A ênfase dada unicamente à decisão final deve ser também atribuída às fases de definição de problema e formulação de critérios;
- A escolha do método a utilizar deve ter em consideração os factores flexibilidade e robustez;
- A flexibilidade de um método pode limitar a estruturação do problema;
- A natureza da informação recolhida pelo decisor é de extrema relevância;
- A qualidade e a quantidade da informação recolhida deve implicar a utilização de métodos de selecção diferentes;
- O modelo de decisão a adoptar difere, consoante a qualidade e a quantidade de informação disponível;
- Uma maior preocupação com a formação dos decisores para assegurar uma utilização correcta dos modelos de decisão.

Nydick et al. (1992) distinguem dois tipos de modelos de selecção de fornecedores, os de categorias e os de pesos ponderados. Consideram que os modelos de categorias ajudam a estruturar o problema requerendo que o comprador explicita os critérios a avaliar, obrigando-o a pensar quais os que realmente valoriza. Contudo, não definem a importância relativa de cada critério. Apresentam como principal desvantagem o facto de serem considerados subjectivos. Quanto aos modelos de pesos ponderados, salientam o facto de tal como o nome indica, todos os critérios serem ponderados em cada situação de compra. A sua principal limitação é a dificuldade de incorporar critérios qualitativos. Destacam também o processo de análise hierárquico como uma metodologia facilmente aplicável em muitas organizações. Este método consiste em ordenar alternativas, aplicando múltiplos critérios, pelo que consideram o modelo ideal para a selecção de fornecedores.

Boer et al. (2001) apresentam uma outra divisão dos modelos nos seguintes grupos:

- Modelos de categorias;
- Modelos lineares – incluem os modelos de pesos ponderados e processo de análise hierárquico;
- Modelos de custo total – inclui o modelo custo total de posse;
- Modelos de programação matemática;
- Modelos estatísticos;
- Modelos de inteligência artificial.

Nos pontos seguintes desta dissertação descrevem-se alguns destes modelos. Apresenta-se o modelo de categorias de Timmerman (1986) que é como se verá mais adiante, utilizado principalmente na fase de qualificação segundo os critérios. Dos outros modelos estudados destacam-se o modelo de pesos lineares de Timmerman (1986), o modelo de custo total de posse de Ellram (1995) e o processo de análise hierárquico de Saaty (1990) que são geralmente utilizados na última fase do processo de selecção de fornecedores.

3.4 Modelo de categorias

Conforme anteriormente referido, o modelo de categorias de Timmerman (1986) aplica-se à terceira fase do processo de selecção de fornecedores. Segundo Boer (1998), este modelo é um modelo qualitativo, bastante flexível e fácil de perceber, podendo ser usado em diversas situações, embora não formalize a decisão final entre os fornecedores.

Neste modelo, o comprador qualifica a performance dos fornecedores segundo um conjunto de critérios, em três categorias: positiva, negativa e neutra. Após esta qualificação, é lhes atribuída uma avaliação final fortemente baseada em informações anteriores, quer através do histórico do fornecedor, quer da experiência do comprador.

Boer (1998) considera que neste método, os ganhos obtidos pela escolha de um fornecedor em detrimento de outro e o modo como a decisão é tomada não são suficientemente explícitos.

Degraeve et al. (2000) consideram este modelo subjectivo e sensível a diferentes escalas, pesos e / ou diferentes pessoas. Referem ainda que, uma vez que não são exigidos mínimos para cada critério, uma baixa classificação num determinado critério pode ser compensada por uma alta classificação noutra.

Seguidamente apresentam-se vários modelos orientados para a última fase do processo de selecção de fornecedores, nomeadamente: o modelo de pesos lineares de Timmerman (1986), o modelo de custo total de posse de Ellram (1995), o processo de análise hierárquico de Saaty (1990).

3.5 Modelo de pesos lineares

O modelo de pesos lineares de Timmerman (1986) é, sem dúvida, o mais simples dos modelos apresentados para a última fase do processo de selecção de fornecedores. Neste modelo, o peso atribuído a cada critério indica a importância do mesmo. A classificação de cada fornecedor é obtida multiplicando a pontuação atribuída a cada critério pelo seu próprio peso, devendo ser seleccionado o fornecedor que apresentar maior pontuação final.

O modelo de pesos lineares de Timmerman formula-se do seguinte modo:

$$p_i = \sum_{j=1}^n s_{ij} \cdot w_j$$

onde,

p_i = preferência pelo fornecedor i ;

n = número de critérios;

s_{ij} = pontuação do fornecedor i no critério j ;

w_j = peso do critério j .

Boer (1998), sugerem a possibilidade de estabelecer mínimos exigíveis para cada critério, permitindo ao comprador definir à partida, limites que impeçam o facto de uma má classificação num determinado critério poder ser compensada por uma boa classificação noutra.

Os autores comparam os modelos de categorias e de pesos lineares de Timmerman (1986) e concluem que:

- Os critérios de selecção utilizados mais frequentemente são: a qualidade, a entrega, o serviço e o custo;
- Nestes modelos destacam-se as vantagens de serem simples, sistemáticos e não exigirem uma extensa recolha de informação;
- O modelo de categorias apresenta as desvantagens de ser subjectivo e de atribuir o mesmo peso a todos os critérios;
- O modelo de pesos lineares também apresenta a desvantagem de ser subjectivo, para além da dificuldade em considerar critérios qualitativos.

Conclui-se que os dois modelos são simples, contudo apresentam como principais limitações a dificuldade em considerarem critérios qualitativos e a possibilidade de uma classificação baixa num critério poder ser compensada por uma alta noutro, se não forem estabelecidos limites mínimos para cada critério.

No ponto seguinte apresentam-se os modelos de custo total também aplicados à última fase do processo de selecção de fornecedores.

3.6 Modelos de custo total

Os modelos de custo total incluem todos os custos quantificáveis associados à escolha de determinado fornecedor. Segundo Ellram (1994), estes podem ser subdivididos em custos antes da compra, com a compra e depois da compra, como por exemplo, custos de colocação de encomenda, custo do material e de transporte, de inspecção, de inventário e de expedição.

3.6.1 Modelo de custo total de posse TCO

O modelo de custo total de posse (TCO) de Ellram (1995) é facilmente aplicável em organizações cujos sistemas informáticos incluam análises de custos.

Ellram e Siferd (1998) desenvolveram uma aplicação do modelo TCO ao processo de compras com os seguintes objectivos: estratégico, tático e operacional, conforme se pode observar na figura 5.

Objectivos de aplicação do método TCO
<ul style="list-style-type: none"> Objectivos operacionais: Apoiar decisões de atribuição de volumes de compra a determinado fornecedor, acompanhamento de desempenho, envio de <i>feedback</i> aos fornecedores e selecção de fornecedores. Objectivos tácticos: Ajudar a identificar factores de desenvolvimento dos fornecedores. Objectivos estratégicos: Contribuir para a melhoria contínua do processo de compras, ajudando a questionar o processo, redefinir etapas, identificar oportunidades de melhoria e a gerir toda a cadeia de fornecimento.

Figura 5 – Objectivos de aplicação do método TCO (adaptado de Ellram e Siferd,1998)

Na literatura estudada, encontram-se três modelos de identificação dos custos relevantes para as compras:

- Actividades das compras – segmenta os custos a partir das actividades da função compras (Ellram e Siferd, 1993). Neste modelo são identificadas 6 categorias: custo de compra, qualidade, entrega, comunicação, serviço e administração;
- Lógica temporal – Identifica os custos decorridos antes, durante e depois da compra (Ellram, 1993). Este modelo é dividido em 3 categorias: custos anteriores à compra (pesquisa e selecção de novos fornecedores), custos com a compra (colocação de encomenda e recebimento do componente) e custos após a compra (manutenção, peças de substituição e obsolescência);
- Níveis hierárquicos - Procura segmentar os custos em níveis hierárquicos de acordo com a frequência da compra (Degreave e Roodhooft, 1996, 1999). No caso deste modelo são identificados 4 níveis: nível do fornecedor (custos para gerir o fornecedor), nível da encomenda (custos de colocação de pedido de compra), nível do lote (custos de gestão do lote) e nível unitário (custos de stock desse componente).

Conclui-se deste modo, que existe uma grande dificuldade em considerar de forma sistemática todos os custos inerentes às compras.

Harding (1998) apresenta outra abordagem ao problema de selecção de fornecedores utilizando o método TCO, começando por dividi-lo nos seguintes passos:

1. Identificar os factores mais importantes para a organização;
2. Elaborar uma fórmula para transformar cada factor num custo;
3. Calcular o custo de cada factor, sob a forma de crédito aos fornecedores cumpridores, ou de taxa, aos não cumpridores;
4. Acrescentar ao custo apresentado por cada fornecedor, o custo de cada factor, para obter assim, o custo total do fornecedor;
5. Seleccionar o fornecedor que tiver menor custo total.

Identificados os factores mais importantes para a organização, podem ser traduzidos em custos e adicionados ao custo total. Apresentam-se, na figura 6 alguns dos factores identificados pela autora e a forma como podem ser medidos e incorporados no custo total.

Conjunto de factores mais importantes para a organização
<ul style="list-style-type: none"> • Entregas atempadas: De uma forma geral, o não cumprimento do prazo de entrega pode levar a rupturas de stocks e a paragem das linhas de produção, tendo como consequência custos elevadíssimos para as organizações. No caso de haver histórico de fornecimentos por parte de um determinado fornecedor, o custo referente à percentagem de entregas que não tenham sido feitas atempadamente deve ser incluído no custo total do componente. • Qualidade: A manipulação de componentes não conformes representa um custo para as organizações. Caso exista um histórico de fornecimentos, o custo da manipulação desses componentes deve ser calculado e acrescentado ao custo do componente. • Transporte: Os custos de transporte são também custos para as organizações e devem, por essa razão, ser contabilizados e acrescentados ao custo dos componentes. Se houver histórico de entregas, estes custos podem ser encontrados facilmente nas facturas dos fornecedores. No caso de se tratar de uma primeira encomenda, estes devem estar explícitos nos orçamentos apresentados. • Tempo de entrega: Um longo tempo de entrega diminui a flexibilidade das organizações e pode originar um aumento indesejado de stocks e inventário. Como forma de pressionar os fornecedores a reduzirem os seus tempos de entrega, a autora sugere que se acrescente ao custo do componente uma percentagem, como por exemplo de 1%, por cada semana de tempo de entrega. Quanto maior for a necessidade de redução do tempo de entrega para a organização maior poderá ser a taxa a aplicar. • Descontos: Sempre que o fornecedor apresente descontos ou benefícios de custos para a organização, estes devem ser contabilizados e deduzidos ao custo do componente. • Responsabilidade social e / ou consciência ambiental: Quando se tratar de fornecedores que declarem ter responsabilidades sociais e / ou consciência ambiental, deve ser também descontada uma determinada taxa, baixando deste modo o custo total dos componentes.

Figura 6 - Factores mais importantes para a organização (adaptado de Harding, 1998)

Após concluída a identificação, quantificação e definição da forma de contabilização, estes custos são acrescentados ao valor da proposta apresentada por cada fornecedor.

Baseado no estudo de Harding (1998), apresenta-se um exemplo de aplicação do método TCO. Para uma compra de 100 unidades de um determinado material, os fornecedores apresentaram as seguintes propostas:

Proposta 1 – O fornecedor apresenta uma proposta com o custo unitário de 10€. Em média entrega as mercadorias 85% atempadamente, com 13% de rejeição. Apresenta um custo de transporte de 0,09€. Propõe um prazo de entrega de 10 semanas;

Proposta 2 - O fornecedor apresenta uma proposta com o custo unitário de 12€. Entrega sempre atempadamente e sem rejeição. O custo de transporte já se encontra incluído no valor da proposta e propõe um prazo de entrega de 7 semanas.

Aplicando o método TCO para seleccionar a melhor proposta, começa-se por incluir todos os custos quantificáveis a cada uma delas.

Relativamente à primeira proposta, ao custo unitário do material, acrescenta-se o valor de 1,5€ resultante de uma penalização de 15% do valor da proposta porque historicamente apresenta somente 85% de entregas atempadas. A percentagem de rejeição deste fornecedor é em média de 13%, pelo que se aplica uma penalização de 13% do valor da sua proposta. Acrescenta-se ainda, à primeira proposta, o custo de transporte de 0,09€, pelo mesmo não estar incluído. Considerando 1% do valor da compra de penalização, por cada semana de prazo de entrega, acrescenta-se ainda o valor de 1€ à primeira proposta por apresentar um prazo de entrega de 10 semanas, totalizando a primeira proposta o valor unitário de 13,89€.

Relativamente à segunda proposta, esta apresenta historicamente todas as entregas atempadas, 0% de rejeição das peças e o custo do transporte incluído, não tendo portanto, qualquer penalização nestes critérios. Como o seu prazo de entrega é de 7 semanas, acrescenta-se 1% do valor da compra, por cada semana de prazo de entrega, pelo que o seu valor total unitário é de 12,84€.

Conclui-se que apesar da primeira proposta ter inicialmente apresentado a cotação mais baixa, depois de incluídos os custos considerados relevantes, passou a ser mais elevada do que a do seu concorrente. Assim, após a avaliação das propostas aplicando o método TCO, optar-se-ia pela selecção da segunda proposta.

3.6.2 Vantagens e limitações do método TCO

No estudo de Ellram e Siferd (1998) foi identificado um conjunto de dificuldades e vantagens na aplicação do modelo TCO, de que se salientam cinco dificuldades de implementação:

- Disponibilidade de informação – exigência de um sistema de informação adequado;
- Complexidade de implementação – dificuldade no desenvolvimento de sistemas padronizados e na explicação deste modelo com as suas exigências específicas ao comprador;
- Utilização inadequada do modelo – resistência à utilização de modelos padronizados e falta de confiança no modelo TCO;
- Cultura organizacional – o abandono do custo como factor único de selecção de fornecedores gerou a necessidade de um novo perfil dos compradores e uma mudança da cultura organizacional;
- Custo de implementação – despesas associadas à determinação do custo das actividades relevantes no processo de compra.

As mesmas autoras identificaram um conjunto de vantagens na implementação deste método que se passam a enumerar:

- Suporte a decisões de *outsourcing* – o facto de se conhecerem todos os custos relevantes ajuda a decidir se o componente deve ser produzido internamente ou subcontratada a sua produção ao exterior;
- Suporte a decisões de selecção de fornecedores – a análise dos custos retira subjectividade à decisão;
- Base de negociação com fornecedores – o conhecimento dos custos associados a um determinado fornecedor, pode ser utilizado para lhe exigir compensações como reduções de preço e melhorias do serviço;
- Ferramenta de avaliação de desempenho – uma vez identificados os critérios mais valorizados, torna-se possível medir o seu desempenho;
- Ênfase nos esforços de melhoria contínua – externamente, dá indicações ao fornecedor sobre os pontos a melhorar e os custos a reduzir. Internamente aumenta a percepção da forma como as compras podem obter uma redução de custos;
- Redefinição de especificações – a possibilidade de descer os custos através da alteração de determinadas especificações;
- Melhoria do processo de compras – a redução ou eliminação de actividades que geram custos desnecessários e não acrescentam valor à organização;

- Melhoria da comunicação interna e externa – o desenvolvimento da comunicação com outros departamentos e a partilha de informação com os fornecedores;
- Desenvolvimento das capacidades dos compradores – a possibilidade de desenvolvimento das capacidades dos compradores e a criação de valor para a organização devido ao aumento da área de abrangência das compras, à colaboração com outros departamentos e à maior proximidade dos fornecedores;
- Visão estratégica das compras – a consciência da criação de valor para a organização na tomada de decisões de compra baseadas numa visão global e a longo prazo.

Em resumo, pode concluir-se que a utilização deste método de selecção de fornecedores, quando correctamente aplicado, obriga a organização a definir quais os critérios que está disposta a valorizar, quantificar e quanto está disposta a pagar por eles. Deste modo, retira ao comprador a responsabilidade de decidir acerca de critérios não monetários. Ajuda a justificar a selecção de um fornecedor, especialmente quando o custo do componente não for o mais baixo. Oferece aos fornecedores indicações claras sobre quais os critérios mais valorizados e em que sentido devem melhorar a sua performance para se tornarem competitivos.

3.7 Processo de análise hierárquico AHP

O processo de análise hierárquico (AHP), criado em 1980, pelo professor Thomas L. Saaty é um dos métodos aplicados à última fase do processo de selecção de fornecedores que pretende dar resposta a situações em que existam uma série de critérios de escolha conflituosos, com a particularidade de incorporar critérios qualitativos e quantitativos. A esse propósito, Nydick et al. (1992) observam que existem critérios de selecção conflituosos e que é extremamente difícil encontrar um fornecedor excelente em todos esses critérios. E mais, que alguns dos critérios são quantitativos e outros qualitativos.

Boer et al. (2001), consideram-no também um modelo de pesos lineares tal como o modelo de pesos ponderados de Timmerman (1986), embora mais adaptado a

lidar com incerteza e imprecisão que envolve a selecção de um fornecedor. Este método de análise multi-critério é um método com variadíssimas aplicações.

De acordo com Saaty (1990), o método AHP reflecte o que parece ser o modo natural de funcionamento da mente humana. Saaty começou por explicar que a mente humana, quando confrontada com um grande número de elementos, controláveis ou não, numa situação complexa, os agrupa segundo as suas propriedades comuns. O modo de funcionamento desta capacidade cerebral permite que o processo se repita. Assim, baseado na identificação das propriedades comuns dos elementos, pode ser criado um novo nível no sistema. Estes elementos podem, por sua vez, ser agrupados segundo outro conjunto de propriedades, num nível superior, até se atingir um elemento máximo, que muitas vezes pode ser identificado como sendo o objectivo do processo de decisão.

O modelo AHP de Saaty (1990) é constituído pelos elementos que seguidamente se apresentam:

- Atributos e Propriedades: comparação de um conjunto finito de alternativas em função de um conjunto finito de propriedades;
- Correlação Binária: quando comparados dois elementos baseados numa determinada propriedade, realiza-se uma comparação aos pares, na qual um elemento pode ser preferível ou indiferente em relação ao outro;
- Escala Fundamental: escala de números positivos e reais que permite a associação de cada elemento a um valor de prioridade (grau de importância);
- Hierarquia: conjunto ordenado de elementos homogéneos, nos seus respectivos níveis hierárquicos.

O método AHP pode ser dividido em duas etapas. Na primeira, o problema é estruturado hierarquicamente e na segunda procede-se à sua resolução propriamente dita.

Na figura 7 encontra-se esquematizado, hierarquicamente, um exemplo de aplicação do método AHP ao problema de selecção de fornecedores, adaptado de Nydick et al. (1992). O problema inicial foi dividido em níveis de hierarquia (objectivo, critérios, alternativas), de forma a facilitar a sua compreensão e resolução. No topo da

hierarquia foi colocado o objectivo e nos níveis imediatamente inferiores os critérios e as alternativas para solução do problema.

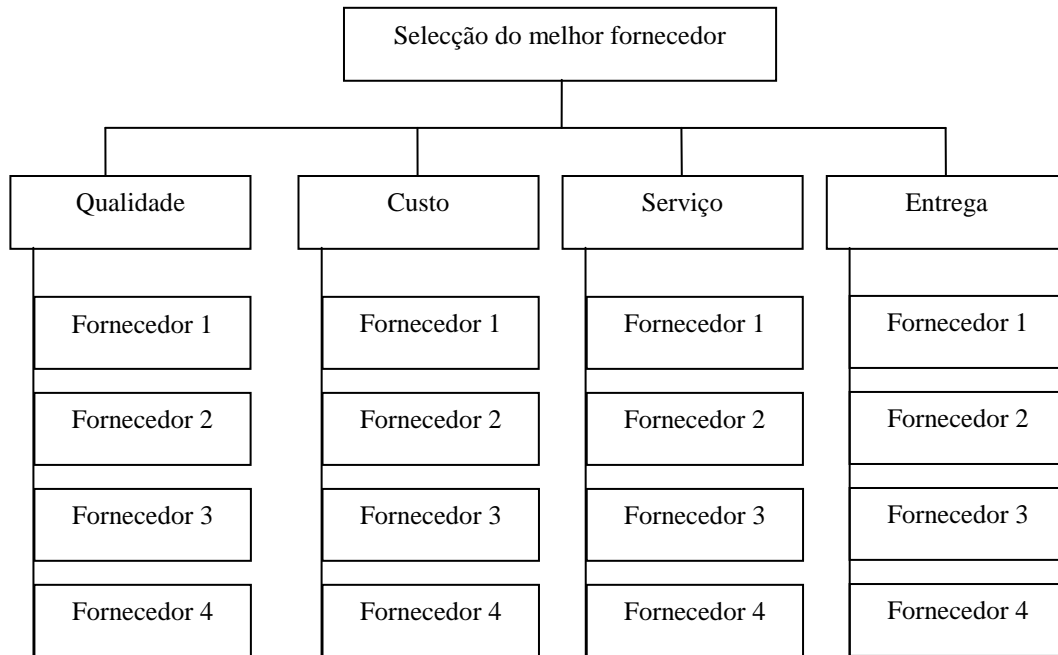


Figura 7 – Árvore de critérios (adaptado de Nydick et al., 1992)

Os critérios segundo os quais os fornecedores serão seleccionados devem ser homogéneos e não redundantes (Saaty (1990)). Entende-se por homogéneos, os critérios que dentro do seu nível, apresentem o mesmo grau de importância relativa. Atribuir um grau superior a um critério poderia causar uma distorção dos resultados. Não redundantes, são os critérios que assumam independência de um determinado nível, em relação aos níveis inferiores.

Neste procedimento, os diferentes factores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois a dois. É atribuído um grau de importância relativa ao relacionamento entre os factores numa escala de 1 a 9 (1 = baixa importância, 9 = importância elevada). A escala de valores para comparação entre os factores encontra-se esquematizada na tabela 3.

Tabela 3 - Escala fundamental de valores AHP (adaptado de Saaty, 1990)

Grau de importância relativa	Definição e explicação
1	Igual – Quando dois factores contribuem igualmente para o objectivo.
3	Moderada – No caso de um factor ser ligeiramente mais importante do que o outro.
5	Essencial – Se um factor for claramente mais importante do que o outro.
7	Demonstrada - Um factor é fortemente mais importante do que o outro.
9	Extrema – Quando um factor é extremamente mais importante do que o outro.
2,4,6,8	Valores intermédios entre julgamentos – possibilidade de compromissos adicionais.
Recíprocos dos valores anteriores	Quando i recebe um valor comparado com j, então j recebe o recíproco desse valor, quando comparado com i.

A formulação do modelo AHP, analisada por Boer (1998), é representada por matrizes quadradas recíprocas de comparação de critérios. O valor a_{ij} apresentado na linha i e coluna j representa a importância do critério A_i em relação ao critério A_j , como se pode verificar na forma matricial abaixo indicada:

$$A = [a_{ij}], (1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

onde,

a_{ij} - comparação entre os critérios A_i e A_j ;

A_i, A_j - critérios de comparação;

$a_{ji} = 1/a_{ij}$;

$a_{ii} = 1$.

A matriz das comparações dois a dois é uma matriz recíproca onde, $a_{ji} = 1/a_{ij}$. Se as comparações fossem perfeitas, a matriz seria consistente, $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$. No caso do decisor indicar que A é três vezes mais importante que B, e B é duas vezes mais importante que C então, deveria indicar que A era seis vezes mais importante que C, contudo, isso nem sempre se verifica.

Saaty (1990) admite que a inconsistência pode ser inerente ao comportamento humano e sugere que a mesma seja medida, de forma ao decisor poder reagir se necessário. Para medir a inconsistência Saaty (1990) propõe o cálculo do índice de consistência (IC) e da razão de consistência (RC) da seguinte forma:

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n-1);$$

$$RC = IC / IR , \text{ (sendo IR um valor retirado da tabela 4);}$$

onde,

n = número de elementos a serem comparados;

λ_{\max} = valor próprio de A .

Tabela 4 – Tabela de índice de Ridge (adaptado de Saaty, 1990)

n	2	3	4	5	6	7
IR	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32

Quanto maior for RC maior será a inconsistência. Quando $n = 2$, RC é nulo. Quando $n = 3$, RC deve ser menor que 0,05. Quando $n = 4$, RC deve ser menor que 0,09. Para $n > 4$, RC deve ser menor ou igual que 0,10.

O problema começou por ser dividido em níveis hierárquicos. No primeiro nível foi colocado o objectivo. No nível inferior colocaram-se quatro critérios de selecção (qualidade, custo, serviço e entrega), e no último nível, quatro alternativas (fornecedores).

Definida a estrutura hierárquica, procedeu-se à comparação dois a dois, de cada critério, utilizando para o efeito os valores da escala fundamental AHP:

- A qualidade é entre igual e ligeiramente mais importante que o custo;
- A qualidade é entre ligeira e claramente mais importante que o serviço;
- A qualidade é ligeiramente mais importante do que a entrega;
- O custo é ligeiramente mais importante do que o serviço;
- O custo é ligeiramente mais importante do que a entrega;
- O serviço é entre igual e ligeiramente mais importante que a entrega.

O resultado destas comparações foi usado para construir a matriz esquematizada na tabela 5.

Tabela 5 – Matriz de comparação dos critérios (adaptado de Bello, 2003)

Matriz	Qualidade	Custo	Serviço	Entrega
Qualidade	1	2	4	3
Custo	0,5	1	3	3
Serviço	0,25	0,33	1	2
Entrega	0,33	0,33	0,5	1

Os dados dessa matriz foram usados para obter os pesos de cada critério, fornecendo assim uma medida de importância relativa entre eles.

Saaty (1990) propôs quatro metodologias para obter o vector prioridades da matriz de comparações:

- 1- Vector próprio direito – O vector prioridades resulta da divisão do total de cada linha pelo total da soma das linhas.
- 2- Vector próprio esquerdo – O vector prioridades resulta da divisão do total de cada coluna pelo total da soma das colunas.
- 3- Média aritmética das linhas da matriz – O vector prioridades resulta da média de cada coluna após a divisão dos elementos de cada coluna pelo total dessa coluna.
- 4- Média geométrica das linhas da matriz – O vector prioridades resulta da média de cada linha após a multiplicação dos elementos de cada linha pelo total dessa linha.

Saaty (1990) demonstra que a melhor metodologia a aplicar em matrizes inconsistentes é a do vector próprio direito porque garante maior consistência, com λ_{\max} mais próximo de n , do que os outros métodos. Dada a complexidade de critérios por vezes identificados, torna-se necessário, na maior parte dos casos utilizar um *software* para a execução dos cálculos matriciais e dos índices de consistência. Existem no mercado alguns *softwares* que facilitam a implementação do AHP como por exemplo o *Expert Choice*, o *Hipre3+*, o *Criterium*, o *Automan* e o *NCIC*, sendo o mais utilizado o *Expert Choice*. Este último está disponível na internet uma versão *demo* que permite acesso gratuito durante 15 dias para avaliação do *software*.

Um escalar λ é valor próprio ou valor próprio de um sistema linear, A se existir um vector w diferente de zero, tal que $A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$.

$$A \cdot w = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = \lambda_{\max} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix}$$

onde,

λ_{\max} = é um escalar (valor próprio),

w = é um vector direito (vector próprio).

Deste modo, aplicando a metodologia do vector próprio direito, apresenta-se na tabela 6 a matriz normalizada.

Tabela 6 – Matriz dos pesos dos critérios (adaptado de Bello, 2003)

Matriz dos pesos dos critérios	Soma	Peso
Qualidade	10	10 / 23,24 = 0,43
Custo	7,5	7,5 / 23,24 = 0,32
Serviço	3,58	3,58 / 23,24 = 0,16
Entrega	2,16	2,16 / 23,24 = 0,09
Total	23,24	1

Partindo do exemplo de (Bello 2003) e utilizando as fórmulas definidas por Saaty (1990), calculou-se o índice de inconsistência e a razão de consistência das decisões.

$$A \cdot w = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0,5 & 1 & 3 & 3 \\ 0,25 & 0,33 & 1 & 2 \\ 0,33 & 0,33 & 0,5 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,43 \\ 0,32 \\ 0,16 \\ 0,09 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,971 \\ 1,279 \\ 0,554 \\ 0,4184 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_i \cdot \frac{Aw_i}{w_i} = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1,971}{0,43} + \frac{1,279}{0,32} + \frac{0,554}{0,16} + \frac{0,4184}{0,09} \right) = 4,177621$$

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) = (4,177621 - 4) / (4-1) = 0,059207$$

$$RC = IC / IR = 0,059207 / 0,9 = 0,065786 < 0,09$$

Verificou-se que RC era menor que 0,09. Concluiu-se que a inconsistência das comparações feitas pelo decisor foi aceitável. Procedeu-se de igual forma para os restantes critérios e alternativas.

Repetiu-se todo este procedimento para cada critério, a fim de se obter o peso de cada alternativa. Para se determinar os valores finais de cada alternativa, somaram-se os resultados obtidos pelas multiplicações dos pesos de cada alternativa pelos de cada critério.

3.7.1 Aplicações do método AHP

Um exemplo genérico de aplicação deste método é o da selecção de um fornecedor para um equipamento. Como referido no ponto anterior, recorre-se frequentemente ao *Expert Choice* que para além de facilitar os cálculos e identificar o nível de inconsistência das decisões, permite uma análise de sensibilidade do resultado final. Com este *software* é possível examinar a variação do peso dos vários critérios, sem contudo modificar a escolha final. É ainda possível estudar a alteração do peso de qualquer critério, de qualquer nível de hierarquia e perceber as suas implicações na decisão final.

O método AHP pode ser aplicado em variadíssimas áreas, das quais se destacam os seguintes exemplos:

- No sector energético, na selecção da melhor localização para uma estação de observação do vento (Aras et al. 2004);
- Na área da medicina, como suporte a decisões clínicas, na selecção de sistemas informáticos de gestão hospitalar e na compra de equipamentos para fins específicos, entre muitas outras (Sloane, 2004);
- Na área da agricultura, como suporte à escolha de um sistema de rega para a cultura de milho em determinado terreno, na ex-Jugoslávia (Srdjevic e Jandric, 2000);
- Na área da construção civil, na selecção de um construtor civil adequado à execução de determinado projecto (Fong e Choi, 2000);

O primeiro exemplo que se apresenta está relacionado com a escolha da melhor localização para uma estação de observação do vento dentro de um campus universitário

na Turquia. Aras et al. (2004) decidiram aplicar o método AHP, começando por definir os critérios, sub critérios e as alternativas:

- Custo – facilidades, manutenção, observação e estudos do solo;
- Topografia – fixação, barreiras naturais, orientação e região;
- Infraestruturas – proximidade de fonte de alimentação e outros;
- Segurança – roubo e estrago;
- Transporte.

Foram identificadas cinco alternativas, ZKF, P1, P2, SD1 e SD2. Apresenta-se na figura 8 a árvore de critérios para esta selecção.

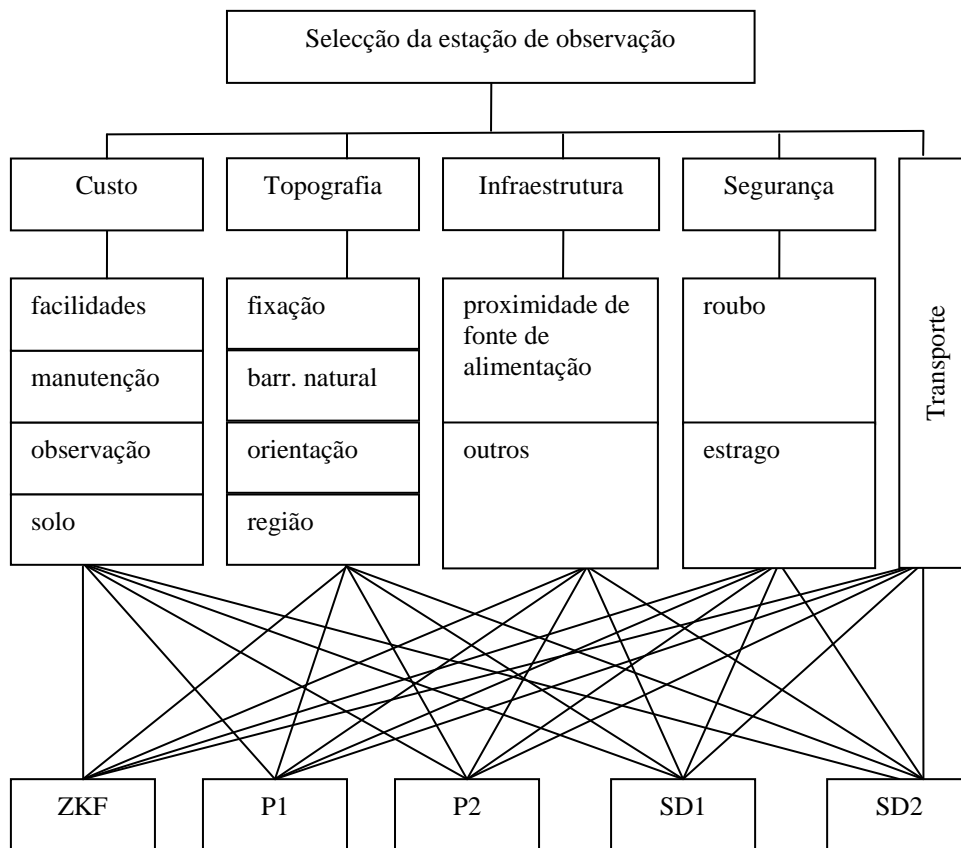


Figura 8 – Árvore de critérios para selecção da melhor localização.

(adaptado de Aras et al., 2004)

Procedeu-se à comparação dois a dois, de cada critério e sub critério, utilizando para esse efeito *software Expert Choice*. Como este *software* permite monitorizar a inconsistência das comparações efectuadas, verificou-se que estas não excederam os 0,1

conforme recomendado por Saaty (1990). Concluiu-se que a melhor localização foi SD1.

O exemplo seguinte refere-se ao estudo realizado por Sloane em 2004, e enquadra-se no tipo de decisões hospitalares. É um estudo de caso de selecção do melhor ventilador neonatal para um hospital, nos Estados Unidos da América e serve para ilustrar as possibilidades de sucesso da aplicação do método AHP, em decisões de compra de equipamentos para os serviços de saúde. A complexidade desta escolha prende-se com o elevado risco associado à tecnologia ligada à saúde. Dada a especificidade destes equipamentos existem leis que controlam a sua produção, venda e comercialização. Foram identificadas três alternativas, apresentando diferentes custos, riscos e aplicações. A solução óptima pode variar segundo o ponto de vista do paciente, da população em geral, da companhia de seguros ou do governo.

Os critérios de selecção do ventilador foram identificados por duas equipas, uma de médicos e outra ligada ao desenvolvimento de produtos clínicos que os agruparam do seguinte modo:

- Critério custo – composto pelos sub critérios: custo de manutenção, peças de substituição, custo de aquisição e ciclo de vida;
- Critério flexibilidade – dividido nos seguintes sub critérios: tamanho, suporte, facilidade de manutenção, formação, gráficos para monitorizar, bateria interna, colocação dos dados do paciente, possibilidade de combinar com outros equipamentos e idade;
- Critério performance – este critério foi decomposto nos sub critérios: fácil manutenção diária, inclusão ou não de um compressor de ar, frequência de manutenção e dispositivo de segurança;
- Critério segurança – em que foram identificados os sub critérios: ligação ao sistema de alarme do hospital e alarme automático.

Apresenta-se na figura 9 a árvore de critérios para a selecção do melhor ventilador neonatal.

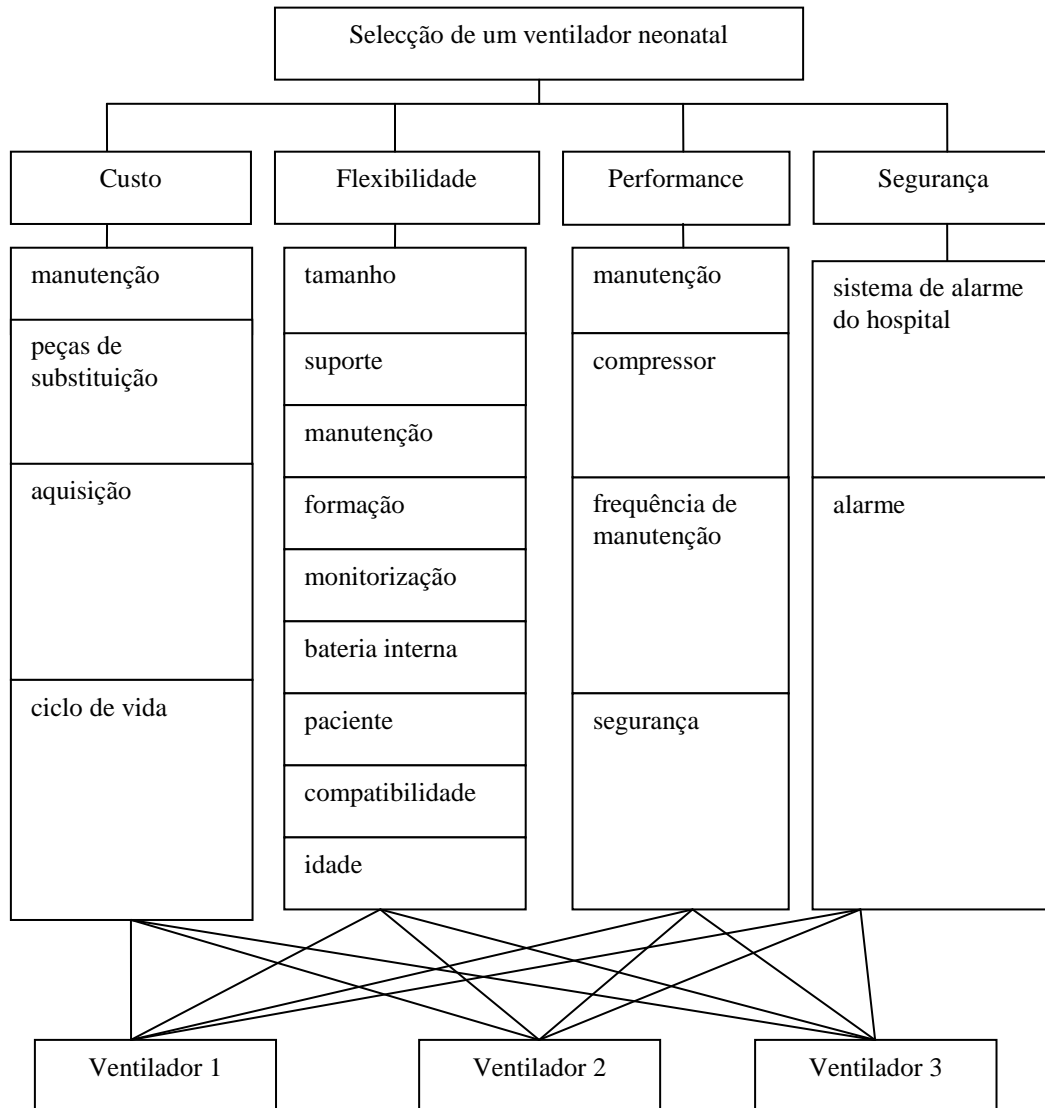


Figura 9 – Árvore de critérios para selecção do melhor ventilador neonatal.

(adaptado de Sloane, 2004)

Posteriormente, procedeu-se à comparação dois a dois, de cada critério e sub critério, utilizando para esse efeito *software Expert Choice*. O índice de inconsistência das comparações foi sempre menor do que 0,1 donde se pôde concluir que a inconsistência das comparações foi aceitável, tendo sido seleccionado o ventilador que apresentava maior pontuação total. O estudo prosseguiu com uma análise de sensibilidade, utilizando para o efeito as potencialidades do *software*.

Seguidamente apresenta-se o exemplo da selecção do melhor sistema de rega para a cultura do milho desenvolvido por Srdjevic e Jandric (2000). Trata-se de um problema de decisão multi-critério que reflecte interesses por vezes contraditórios: o rápido retorno do investimento, a redução do custo total da produção, a melhoria das

condições do solo, a redução do custo do milho, a melhor utilização dos recursos humanos, bem como dos equipamentos e da água, entre outros. Neste caso, o agricultor dispunha de quatro alternativas de sistemas de rega: regar nos limites do terreno, fazer sulcos pelo terreno, tipo “chuva” ou tipo “gota-a-gota”) e pretendia escolher o mais adequado tanto ao tipo de terreno como à referida cultura. Para o efeito foram identificados sete critérios de selecção:

- Densidade da colheita;
- Sensibilidade a doenças do milho;
- Condições de crescimento do milho;
- Declive;
- Infiltração de água no terreno;
- Qualidade da água;
- Capacidade do agricultor.

Na figura 10 encontra-se esquematizada a árvore de critérios para a selecção do melhor sistema de rega.

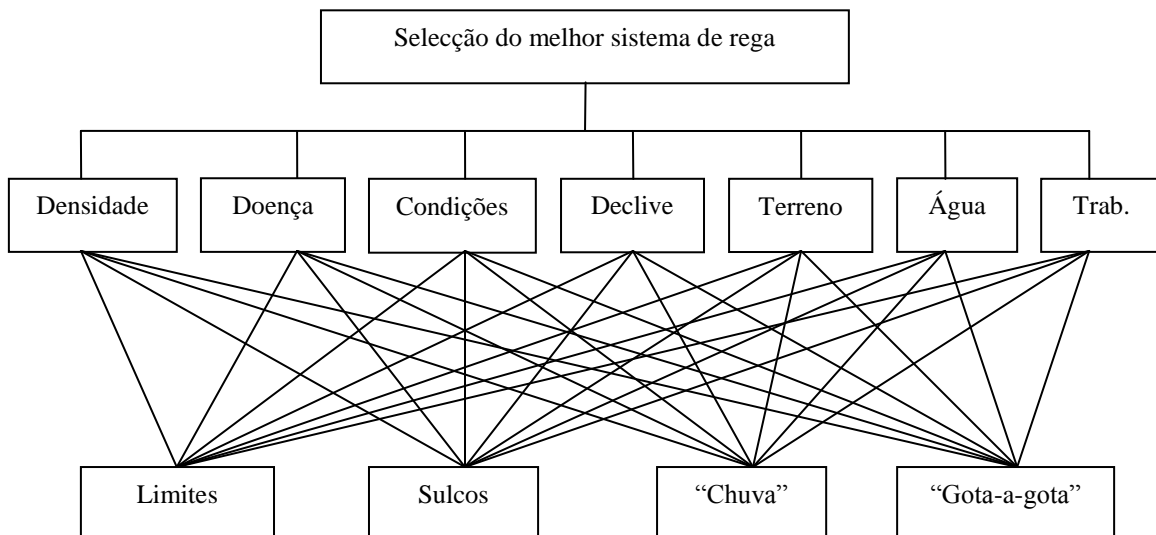


Figura 10 – Árvore de critérios para selecção do melhor sistema de rega.

(adaptado de Srdjevic e Jandric, 2000)

Utilizando os valores da escala fundamental AHP e o *software Expert Choice*, procedeu-se à comparação dos critérios dois a dois e concluiu-se que o melhor tipo de rega era o “gota-a-gota”. O índice de inconsistência das comparações foi sempre menor

do que 0,1 donde se pôde concluir que a inconsistência das comparações feitas pelo decisor foi aceitável. Os autores deste estudo salientaram ainda a flexibilidade do método, a hierarquização dos critérios e a possibilidade de incluir critérios qualitativos e quantitativos.

Finalmente apresenta-se o estudo de aplicação do método AHP à selecção do melhor construtor civil elaborado por Fong e Choi (2000). Na opinião dos autores, os critérios qualidade, custo e tempo de entrega não seriam os únicos a ponderar nesta selecção. Após a recolha e análise feitas em 10 publicações da área da construção civil, identificaram 68 critérios de selecção que posteriormente foram sistematizados nos 8 critérios seguintes:

- Custo;
- Financeiro - composto pelos sub critérios: estabilidade financeira e recursos financeiros;
- Desempenho anterior – dividido nos sub critérios: finalização de contratos anteriores, atrasos, cumprimento de orçamentos anteriores e qualidade;
- Experiência – decomposto nos sub critérios: experiência local, tipo de obras anteriores e sua conclusão;
- Recursos – de que fazem parte os sub critérios: equipamentos e mão-de-obra;
- Capacidade instalada;
- Relacionamento;
- Segurança.

Apresenta-se na figura 11 a árvore de critérios para a selecção do melhor construtor civil.

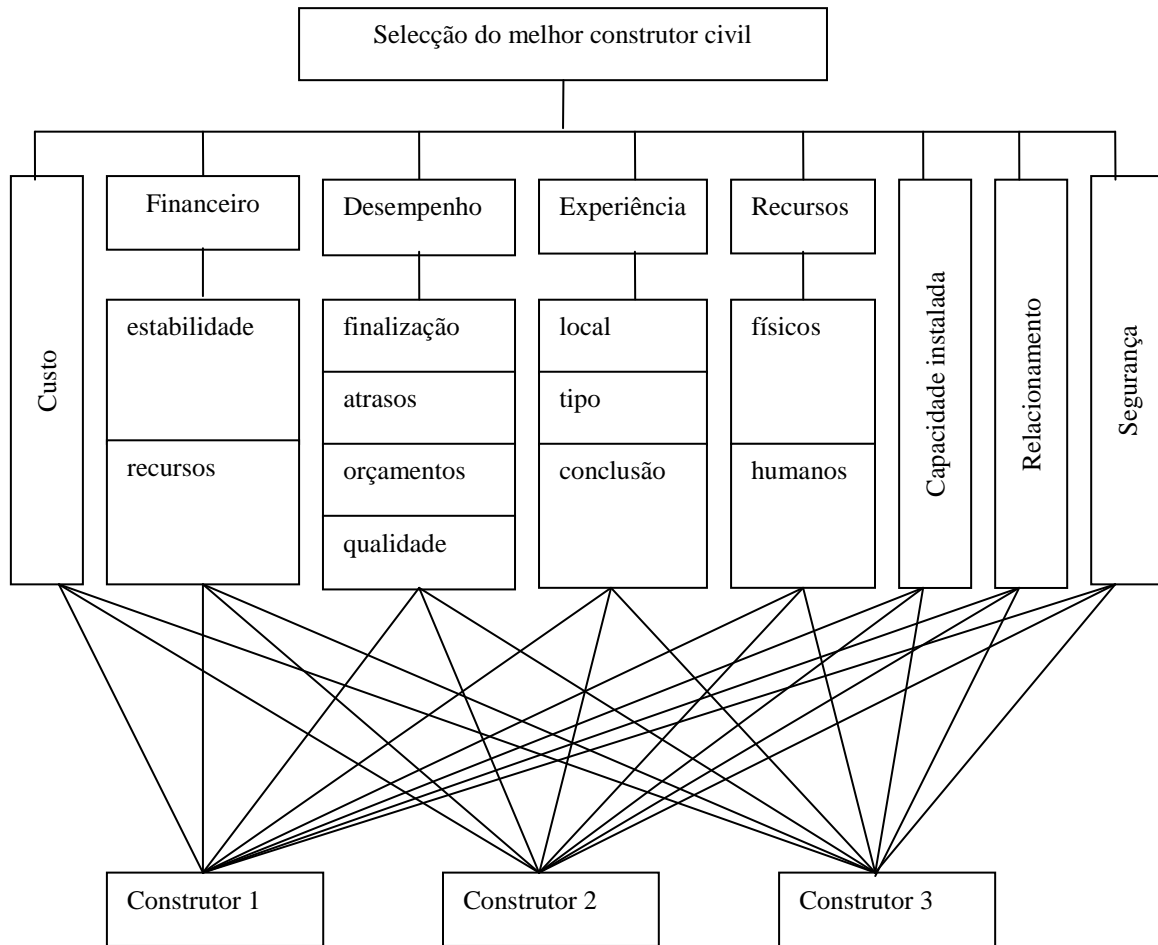


Figura 11 – Árvore de critérios para selecção do melhor construtor civil.

(adaptado de Fong e Choi, 2000)

Geralmente a determinação da importância relativa de cada critério para a selecção do melhor construtor civil varia segundo os diferentes pontos de vista do cliente, do arquitecto ou do dono da obra.

Neste exemplo, o ponto de vista considerado foi o do cliente. Para tal foi realizado um questionário a instituições públicas. Apreciadas as respostas ao questionário, os autores concluíram que a aplicação do referido método de selecção permitia não só identificar os pontos fortes e fracos dos construtores a seleccionar, como também, que o cliente acrescentasse, alterasse ou eliminasse critérios ou hierarquias conforme o projecto de construção civil a analisar.

3.7.2 Vantagens e limitações do método AHP

O método AHP é muitas vezes apresentado como tendo a principal vantagem de ajudar a estruturar problemas de decisão. Mohanty e Deshmukh (1993) destacam ainda outras vantagens na utilização deste método:

- Transparência e facilidade na aplicação do método;
- Possibilidade de incluir factores qualitativos;
- Poder incorporar múltiplos pontos de vista dos diversos departamentos da organização;
- Facilidade de adaptação a novas situações.

Mais tarde, Goodwin et al. (2004) salientam ainda algumas vantagens adicionais da aplicação deste método:

- Possibilidade de apresentação formal de problemas complexos;
- Simplicidade de aplicação do método através de comparações verbais, par a par;
- Versatilidade de aplicações.

Contudo, também existem críticas a este método, sendo as mais frequentes o rápido aumento do número de comparações necessárias com o número de factores e de níveis considerados e o facto de muitas vezes o decisor não estar seguro ou emitir juízos de forma apressada.

Os mesmos autores enumeram e exemplificam as seguintes limitações:

- A conversão da escala verbal em escala numérica é baseada em pressupostos não testados;
- A escala de 1 a 9 pode criar inconsistências. Por exemplo, se A é 4 vezes mais importante que B e B é 4 vezes mais importante que C, então, A é 16 vezes mais importante que C o que não é possível numa escala de 1 a 9;
- Podem existir erros de julgamento devido à dificuldade de interpretação das comparações ou em consequência da utilização de diferentes unidades de medida. Por exemplo, na compra de uma casa, pode colocar-se a questão de saber qual dos dois critérios – a área ou o custo - é mais importante. Se o

decisor responder que o custo é claramente (5) mais importante do que a área da casa, na prática esta decisão pode não fazer sentido. Na realidade, a área da casa ter (1/5) da importância do custo da mesma poderia, numa situação limite, levar o decisor a prescindir de uma casa com o dobro da área por apenas 1€ a mais no custo, o que seria um absurdo;

- A introdução de uma nova alternativa pode alterar a ordem de preferência das anteriormente analisadas visto que os pesos são normalizados para a unidade;
- O número de comparações pode tornar-se por vezes exagerado. Um exemplo com 7 alternativas e 7 atributos envolve 168 comparações, o que dificulta a sua aplicação;
- Os axiomas deste método não estão ainda testados.

Apresentados os prós e os contras da utilização deste método, Goodwin et al. (2004) concluem que muitas vezes é mais importante estruturar o problema de forma a tentar resolvê-lo, do que encontrar a solução numérica do mesmo.

3.8 Comparação entre modelos

Nesta secção elabora-se uma comparação entre alguns dos modelos que foram sendo referidos ao longo do capítulo e na tabela 7 apresenta-se uma sistematização dessa comparação.

Tabela 7 – Tabela comparativa dos métodos de selecção estudados (adaptado de Bello 2003)

	Método	Factores	Vantagens	Desvantagens
Timmerman (1986)	- Categorias	- Qualidade; - Entrega; - Serviço; - Custo.	- O processo é simples e sistemático; - Não exige muita informação.	- Os factores são valorizados com igual peso; - É subjectivo.
Timmerman (1986)	- Atribuição de pesos ponderados	- Qualidade; - Entrega; - Serviço; - Custo.	- O processo atribui pesos diferentes por grau de importância.	- Ainda subjectivo; - Dificuldade de tomar em consideração critérios qualitativos.
Ellram (1995)	- Custo total de posse (TCO)	- Custo; - Custo da Qualidade; - Custo de entregas fora do prazo; - Custo de transporte; - Custo de colocação de encomenda; - Custos de recepção; - Custos de inspecção.	- Potencia savings a nível de custos; - Facilita a comparação de fornecedores.	- Complexidade.
Saaty (1990)	- Processo de análise hierárquico (AHP)	- Qualidade; - Entrega; - Serviço; - Custo.	- O processo é simples e sistemático; - Inclui critérios qualitativos e quantitativos.	- Pode originar inconsistências.

Como se pode observar, o modelo de categorias é considerado um modelo simples e fácil de implementar. Contudo, os diversos factores são valorizados com igual peso e a decisão final encontra-se dependente do decisor tornando a subjectividade, a sua principal desvantagem. O método de pesos ponderados é considerado flexível e igualmente de fácil implementação. Os diversos factores são valorizados com pesos diferentes apresentando mais objectividade que o anterior, embora também ele dependente da experiência do decisor. O método TCO, por seu turno é um método preciso, embora de implementação mais dispendiosa devido à sua complexidade. Por último, o modelo AHP apresenta como principal vantagem o facto de permitir incluir tanto critérios quantitativos como qualitativos.

Bhutta e Huq (2002) publicaram um estudo de comparação entre o método TCO e o método AHP no qual apresentam as principais diferenças entre eles.

Enquanto o método TCO é um método baseado em custos e tende a ignorar critérios qualitativos ao passo que o método AHP é um método mais flexível, podendo incluir um elevado número de critérios, incluindo critérios qualitativos.

O método TCO está direccionado para situações de selecção e avaliação de fornecedores onde o custo total, como o próprio nome indica é determinante, sendo o método AHP mais apropriado para os casos de selecção de fornecedores em que existam conflitos de objectivos.

Como principais limitações dos referidos métodos, os autores destacam o facto do método TCO se tornar complexo, uma vez que os custos relevantes para a tomada de decisão são muito variáveis, estando dependentes do tipo, da frequência e do risco implicado na compra, conforme já havia sido descrito anteriormente na matriz de Kraljic (1983), e o método AHP ser baseado em comparações às quais está inerente um grau de subjectividade.

No mesmo estudo, os autores concluem que sendo a selecção de fornecedores uma fase crucial do processo de compras, revela-se importante utilizar métodos que proporcionem ao decisor uma boa tomada de decisão. O método AHP foi considerado mais robusto e preferível por permitir incorporar tanto critérios qualitativos como quantitativos.

3.9 Conclusões

Ao longo deste capítulo foi possível concluir que os modelos de suporte ao processo de selecção de fornecedores são variados, de forma a poderem acompanhar a diversidade de situações de compra.

Do estudo dos modelos de categorias e pesos lineares de Timmerman (1986), conclui-se que são simples e para além de compensatórios, são fortemente orientados unicamente para critérios quantitativos.

As abordagens ao modelo TCO e AHP permitiram verificar que, embora os dois métodos sejam adequados para a selecção de fornecedores, a vantagem do AHP relativamente ao TCO é permitir a utilização de critérios qualitativos.

No capítulo seguinte, apresenta-se a aplicação do método AHP a um caso de estudo de selecção de fornecedores para a compra de uma linha de embalamento automático numa organização industrial.

Capítulo 4

Caso de estudo

4.1 Introdução

Este capítulo é dedicado ao estudo do caso da selecção de fornecedores para a compra de equipamentos na Grohe Portugal.

Relativamente à metodologia de estudo de caso, Meredith (1998) destaca as seguintes vantagens: o fenómeno poder ser estudado no seu ambiente natural observando a prática actual e possibilita o estudo de inúmeros caminhos de exploração.

Meredith (1998) lembra que algumas das dificuldades de aplicação desta metodologia se prendem com a necessidade de observação directa do fenómeno, o que implica custos, tempo e acesso ao local. Outras dificuldades são a necessidade de aplicação de vários métodos e ferramentas, a falta de controlo e o conhecimento dos seus procedimentos.

O caso de estudo escolhido foi a compra do equipamento para três linhas de embalamento automático de produto final. Esta escolha baseou-se não só no facto de se tratar de uma compra não repetitiva, pouco abordada na literatura estudada, como também por se tratar de um projecto novo e representar uma oportunidade de estudar os métodos usados na empresa, podendo sugerir aplicação de outro.

Na secção 4.2 apresenta-se sucintamente a empresa. Nos pontos seguintes faz-se a descrição do processo produtivo, apresenta-se o departamento de compras, e descrevem-se os procedimentos utilizados para a avaliação de fornecedores. Na secção 4.6 mostra-se o processo de compra de bens e equipamentos e na secção 4.7 descreve-se

o processo de selecção de fornecedores para a compra de bens e equipamentos. Na secção 4.8 apresentam-se e discutem-se as limitações do método de pesos ponderados aplicado ao processo de selecção de fornecedores, para este caso específico da compra de três linhas automáticas de embalagem de produto final.

Na secção 4.9 é apresentada uma proposta de aplicação do método AHP de selecção de fornecedores dirigido à compra de equipamentos. Por último, na secção 4.10 deste capítulo tiram-se as conclusões relativamente ao caso de estudo.

4.2 Apresentação da empresa Grohe Portugal

O Grupo Grohe é de origem alemã, tendo sido fundado por Friedrich Grohe. É um dos mais prestigiados grupos europeus do sector metalúrgico e também líder mundial na produção de sistemas técnico-sanitários. A Grohe é o maior produtor europeu de componentes sanitários e o maior exportador mundial de torneiras e chuveiros para banho e cozinha. Do Grupo Grohe fazem parte 5.200 colaboradores em todo o mundo, distribuídos por 6 fábricas, sendo 3 na Alemanha e as restantes em Portugal, Tailândia e Canadá.

A Grohe Portugal iniciou a sua actividade no ano de 1996, com as suas instalações comerciais no Porto e as fabris em Albergaria-a-Velha. A fábrica de Albergaria-a-Velha possui uma área total de 55.000 m², sendo a área coberta de aproximadamente 19.000 m² e o número actual dos seus colaboradores é cerca de 700. Apresenta uma gama de produtos de elevada qualidade estando centrada na produção de torneiras para lavatório, bidé, banheira e chuveiro, destinadas na sua quase totalidade ao mercado externo.

No ano de 2006, a capacidade do departamento de montagem da fábrica foi de 5,7 milhões de torneiras, dos quais 2,7 milhões de corpos foram fundidos internamente. A fábrica encontra-se ainda em expansão, prevendo-se que no final de 2007 a sua capacidade atinja 6 milhões de torneiras anuais.

A Grohe Portugal é uma empresa certificada pela Associação Portuguesa de Certificação (APCER), desde 23 de Dezembro de 1999, no fabrico de torneiras sanitárias e acessórios segundo os requisitos da norma NP EN ISO 9002, tendo sido

substituída em 2003 pela norma NP EN ISO 9001:2000. Também o Sistema de Gestão Ambiental da empresa é certificado, segundo a Norma ISO 14001, desde Novembro de 2003.

4.3 Descrição do processo produtivo da Grohe Portugal

Na figura 12 apresenta-se o fluxograma do processo de fabrico das torneiras, na Grohe Portugal.

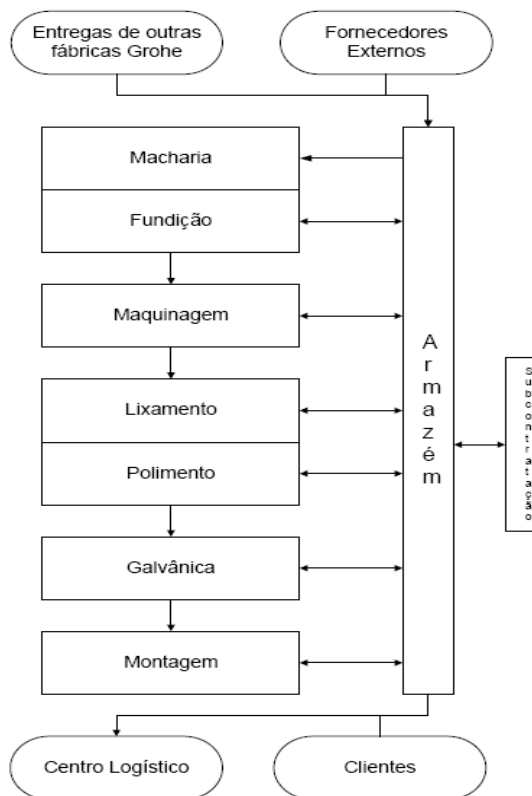


Figura 12 - Fluxograma do processo de fabrico Grohe (Manual de Gestão 2ª edição Março 2005).

Como se pode observar no fluxograma da figura 12, o processo inicia-se com a recepção no armazém, das matérias-primas provenientes de fornecedores externos ou de outras fábricas do grupo. Estas são fornecidas ao departamento de fundição. Aí inicia-se o sub-processo de macharia (produção de machos), onde serão fundidos os corpos das torneiras.

Os corpos das torneiras, depois de fundidos são transportados para o departamento de maquinagem onde se efectuam, entre outras, as operações de furação e de roscagem. Posteriormente, no departamento de lixamento / polimento os corpos são lixados e polidos. No departamento de galvânica efectua-se a sua niquelagem e

cromagem. Findo este processo, os corpos seguem para o armazém ou directamente para as linhas de montagem. Este departamento é constituído por diversas linhas diferenciadas, consoante o tipo de torneiras (lavatório, bidé, banheira ou chuveiro), nas quais se efectua a montagem de todos os componentes, de acordo com as respectivas árvores de cada produto.

Após embaladas, as torneiras são acondicionadas no armazém, até serem expedidas para o centro de logística da Grohe na Alemanha, ou directamente para clientes nacionais. No armazém, são ainda colocados os produtos provenientes de processos de subcontratação de lixamento e polimento, os materiais auxiliares e as matérias-primas, onde permanecem até serem fornecidos aos vários departamentos logo que solicitados.

4.4 Departamento de Compras

O departamento de compras coordena todos os contratos entre a Grohe e os seus fornecedores, negociando as condições de compra, com o objectivo de uma contínua pesquisa dos melhores fornecedores bem como a melhoria da performance dos fornecedores actuais.

Como forma de garantir altos padrões de qualidade nos componentes fornecidos, a Grohe realiza auditorias periódicas aos seus fornecedores a fim destes demonstrarem a sua capacidade nos seguintes pontos:

- Fornecer produtos e serviços de alta qualidade;
- Cumprir os prazos de entrega;
- Usar técnicas e tecnologia actualizadas;
- Respeitar o ambiente;
- Demonstrar a introdução ou manutenção de sistemas de garantia da qualidade e ambiental;
- Demonstrar preferencialmente, orientação para o comércio internacional;
- Ser inovador e estabelecer parceria no desenvolvimento de novos produtos;
- Demonstrar transparência de custos e serviços;
- Apresentar o certificado ISO 9001 ou equivalente;
- Apresentar certificação ambiental.

Quando se trata de auditorias a novos fornecedores, é preenchido um questionário de primeira visita. No caso de se tratar de um fornecedor habitual, o referido questionário é substituído por um relatório de acompanhamento.

As compras na Grohe dividem-se em quatro grandes grupos, consoante o tipo de material; compras de materiais de produção, compras de materiais auxiliares, compras de serviços (gestão de instalações, de resíduos e de operações de produção entre outros) e compras de bens e equipamentos.

Apresentam-se seguidamente alguns exemplos dos materiais e serviços correspondentes a cada um dos grupos citados:

Materiais de produção - Os materiais de produção são aqueles que constam das listas técnicas dos produtos. São exemplo destes materiais, tanto as matérias-primas (lingote de latão, borracha, latão, cobre, bronze, aço inox), como os restantes componentes (porcas, anilhas, etc.) e materiais de embalagem.

Materiais auxiliares - Os materiais auxiliares são bens que contribuem para o fabrico dos produtos, embora não entrem na sua composição. São exemplo destes materiais, os produtos auxiliares de fundição, materiais de lixamento e polimento, químicos para galvanoplastia e ferramentas de corte.

Serviços - Os serviços subcontratados pela Grohe são, entre outros, os de gestão de instalações (conservação de edifícios, jardinagem, limpeza, segurança, desinfestação), gestão de resíduos, consultadoria, manutenção, operações de lixamento e polimento, cuidados médicos e de higiene e segurança.

Bens e equipamentos - Os bens e os equipamentos referem-se a automóveis, maquinaria diversa, moldes, ferramentas, equipamentos informático e de armazenamento.

4.5 Avaliação de fornecedores

A Grohe Portugal estabelece acordos de garantia da qualidade com fornecedores certificados nesta área, permitindo reduzir os custos de inspeção e transferindo deste modo essa responsabilidade para os fornecedores. O desempenho dos fornecedores é monitorizado através de uma avaliação semestral.

Para o cálculo do Índice de Performance do Fornecedor (PI) são considerados os seguintes critérios de avaliação: competitividade de custo, qualidade, desempenho, serviço, sistema de garantia da qualidade e certificado ISO 14001. O Índice de Performance do Fornecedor é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$PI = (n_1 \cdot 11 + n_2 \cdot 40 + n_3 \cdot 40 + n_4 \cdot 6 + n_5 \cdot 2 + n_6 \cdot 1) / 100$$

onde,

n_1 = índice de competitividade de custo = $k_1 \cdot 0,5 + k_2 \cdot 0,5$ (calculado automaticamente pelo sistema informático);

k_1 = nível de custo (calculado com base numa norma interna do grupo);

k_2 = variação de custo (calculado com base numa norma interna do grupo);

n_2 = índice de qualidade (calculado com base numa norma interna da qualidade);

n_3 = desempenho = $t_1 \cdot 0,5 + t_2 \cdot 0,5$ (calculado automaticamente pelo sistema informático);

t_1 = cumprimento de prazos de entrega (calculado com base numa norma interna do grupo);

t_2 = cumprimento da quantidade de entrega (calculado com base numa norma interna do grupo);

n_4 = serviço (calculado com base numa norma interna do grupo);

n_5 = sistema de garantia da qualidade (0; 1);

n_6 = certificado ISO 14001 (0; 1).

Após a avaliação dos fornecedores segundo os vários critérios, aplicando a formula anterior, a classificação é feita com base no Índice de Performance do Fornecedor, de acordo com os seguintes escalões:

Classe A: bom, com $PI > 95$;

Classe B: aceitável, com $75 \leq PI \leq 95$;

Classe C: pobre, necessita de acção imediata, com $PI < 75$.

Os resultados são dados a conhecer ao fornecedor, a fim deste tomar as medidas necessárias para melhorar ou manter o seu desempenho.

Se o fornecedor baixar a sua classificação de B para C, deve ser-lhe solicitada uma acção correctiva. Se, por outro lado permanecer por mais de 6 meses com a classificação C, deve ser feita uma auditoria para identificar potenciais melhorias. Em qualquer dos casos, os departamentos de compras e qualidade podem vir a excluir o fornecedor da lista de fornecedores aprovados, caso não tenha sido tomada qualquer medida.

4.6 Processo de compra de bens e equipamentos na Grohe Portugal

O processo de compras de bens e equipamentos na empresa Grohe Portugal envolve as seguintes etapas:

- (i) Sempre que um departamento necessita de um bem ou equipamento para o qual não existe informação disponível, o departamento de compras elabora uma pesquisa de potenciais fornecedores. Para o efeito, deve ser solicitado a cada fornecedor um pedido de cotação, sendo-lhe enviado um caderno de encargos detalhado ou uma descrição técnica do equipamento a adquirir. Os pedidos de cotações devem ser elaborados de forma a não haver qualquer dúvida de interpretação, para que todos os fornecedores contactados possam sugerir ofertas facilmente comparáveis.
- (ii) Deve existir um mínimo de três cotações disponíveis. Quando este número não for possível, ou não fizer sentido, a sua ausência tem que ser devidamente justificada.

(iii) A avaliação das propostas deve ser feita pelo departamento de compras, em colaboração com o departamento a que se destina o bem ou o equipamento a adquirir.

(iv) A negociação final bem como a colocação das encomendas no sistema informático, devem ser efectuadas pelo departamento de compras, utilizando códigos de imobilizado ou centros de custo, previamente definidos pelo departamento de contabilidade, dependendo da natureza da compra.

4.7 Processo de selecção de fornecedor para a compra de equipamentos

O caso de estudo abordado nesta dissertação refere-se à selecção de fornecedores para a compra de um equipamento específico de três linhas de embalamento automático de produto final, provocada pela alteração do tipo de acondicionamento do mesmo.

Anteriormente, o produto final era embalado em caixas individuais no final da respectiva linha de montagem, sendo estas, por sua vez, colocadas em "Grohe Gitterbox". Cada "Grohe Gitterbox" tinha as dimensões interiores de 1200 x 800 x 800 mm, e pesava 85 kg (em vazio). Em cada "Grohe Gitterbox", só era acondicionado um determinado tipo de produto acabado, não sendo possível encontrar na mesma "Grohe Gitterbox", produto final de duas ou mais ordens de produção.

Foi decidido alterar o tipo de acondicionamento, de "Grohe Gitterbox", para caixas de cartão canelado denominadas "Master Karton" em três modelos com capacidades para 12, 8 e 6 unidades, sendo cada um deles destinado a um só tipo de torneiras. As torneiras passaram a ser acondicionadas em embalagens individuais e posteriormente colocadas em "Master Karton", que por sua vez, são dispostas em Euro-paletes para facilitar o seu manuseamento e transporte, devendo cada uma conter um só tipo de "Master Karton".

As principais vantagens deste novo tipo de acondicionamento em "Master Karton", em relação à anterior "Grohe Gitterbox" são o facto de, para além de se tornar mais leve 64 kg, as torneiras assim embaladas não necessitam de *repacking* no centro logístico na Alemanha. O *repacking* consiste em colocar um certo número de torneiras

do mesmo tipo, em caixas de cartão, conforme a especificação do cliente final. Outra vantagem significativa é o facto de deixar de ser necessário o transporte das "Grohe Gitterbox" vazias, desde o centro logístico na Alemanha até à fábrica em Portugal. Devido não só ao peso, mas também às suas dimensões, o transporte tornava-se muito dispendioso, quando comparado com o das euro-paletes, mais leves e empilháveis.

Para a implementação das três linhas de embalamento automático, foi formada uma equipa de trabalho composta por um responsável de projecto do departamento de planeamento, membros dos departamentos de montagem, qualidade, compras, engenharia, e ainda um consultor externo.

A equipa definiu as seguintes fases para a implementação do projecto da linha de embalamento automático "Master Karton":

- 1ª Fase – Criação de três linhas de embalagem;
- 2ª Fase – Alteração do layout fabril;
- 3ª Fase – Recrutamento e formação dos colaboradores;
- 4ª Fase – Aquisição de equipamentos;
- 5ª Fase - Elaboração de procedimentos relativos à nova linha de embalagem.

Descrição das fases do projecto de implementação da linha de embalamento automática de "Master Karton":

- 1ª Fase - Definição do *layout* de três linhas de embalagem, com um posto de trabalho cada, organizado em dois turnos e com capacidade de acondicionamento para 240 peças / hora, conforme se encontra ilustrado no esquema da figura 13;

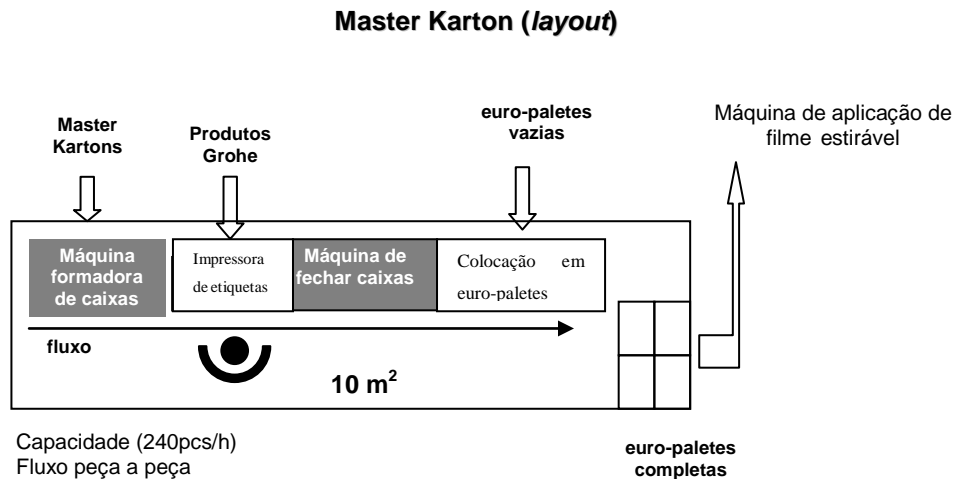


Figura 13 - Layout de uma linha de embalagem automático “Master Karton”.

- 2ª Fase - Alteração do *layout* fabril, de forma a incluir as três novas linhas de embalagem automático, cabendo esta responsabilidade aos departamentos de montagem e de engenharia;
- 3ª Fase - Recrutamento e formação dos colaboradores necessários ao funcionamento das três novas linhas, sob a responsabilidade dos departamentos de montagem e recursos humanos;
- 4ª Fase - Aquisição de equipamentos de embalagem como (uma máquina de aplicação de filme estirável, três máquinas formadoras de caixas, três máquinas de fechar caixas, três impressoras, três leitores de códigos de barras e ainda uma linha automatizada de transportadores de rolos), de consumíveis (filme, fita-cola, etiquetas, euro-paletes) e finalmente a aquisição das próprias “Master Karton”, da responsabilidade do departamento de compras;
- 5ª Fase - Elaboração de procedimentos relativos às novas linhas de embalagem, a cargo dos departamentos de montagem e qualidade.

Nesta dissertação é dada especial ênfase à 4ª Fase (aquisição de equipamentos) do projecto de implementação da linha de embalagem automático “Master Karton”. Após um estudo aprofundado desta fase, verifica-se que a metodologia aplicada pelo departamento de compras, seguiu as seguintes etapas:

- 1ª Etapa - Definição das especificações dos equipamentos a adquirir;
- 2ª Etapa - Identificação de potenciais fornecedores e pedido de propostas;
- 3ª Etapa - Definição dos critérios de selecção;
- 4ª Etapa - Selecção de fornecedores;
- 5ª Etapa - Negociação, elaboração da encomenda e verificação do prazo de entrega.

Descreve-se em seguida, com maior detalhe, cada uma das etapas anteriormente referidas.

1ª Etapa - Definição de especificações dos equipamentos a adquirir

Esta metodologia foi iniciada com a definição clara dos requisitos de funcionalidade dos equipamentos a adquirir, por parte do departamento utilizador. Foi estabelecido que cada linha de embalamento automático seria composta por três equipamentos distintos: uma máquina formadora de caixas, uma impressora, um leitor de código de barras e uma máquina de fechar caixas.

Foi definido que as máquinas de formar bem como as de fechar caixas, deveriam apresentar uma capacidade para 60 caixas / hora e seriam instaladas no departamento de montagem, tal como a impressora de etiquetas e o leitor de código de barras. A máquina de aplicação de filme estirável teria capacidade para 20 paletes / hora e seria instalada no armazém. Para o transporte automático das paletes das três linhas até à máquina de aplicação de filme estirável, seria construída uma linha automatizada de transporte por rolos.

Todos estes equipamentos deveriam permitir o fácil manuseamento das paletes, respeitando as características do produto. Neste caso concreto haveria ainda que ter em conta as restrições de *layout* e as limitações da área disponível no departamento de montagem.

2ª Etapa - Identificação de potenciais fornecedores e pedido de propostas

Esta fase consistiu na recolha de informação sobre possíveis fornecedores. Para além da análise feita a fornecedores já conhecidos, procedeu-se a uma pesquisa na *internet*, de modo a aumentar o leque de soluções. Apreciada a informação recolhida, decidiu-se optar por um fornecedor único para todos os equipamentos dado que esta

solução apresentava como principal vantagem a compatibilidade dos mesmos, no que respeita à sua programação e facilidade de assistência técnica.

A fim de se transmitir correctamente os requisitos técnicos necessários para a elaboração das propostas de fornecimento, realizaram-se reuniões de esclarecimento com vários fornecedores. Um dos requisitos exigidos foi a apresentação de uma solução “chave na mão” que integrasse todos os equipamentos especificados para as linhas de embalagem, bem como a garantia da sua instalação e correcto funcionamento.

Após a recolha de todas as propostas apresentadas, só três foram consideradas válidas por satisfazerem as exigências técnicas requeridas.

3ª Etapa - Definição dos critérios de selecção

Para definir os critérios de selecção do fornecedor para a linha de embalagem automática, realizaram-se várias reuniões entre o departamento montagem e o departamento de compras, das quais resultaram os seguintes critérios de selecção de fornecedor para o equipamento em causa:

- i) Custo (equipamento, transporte, montagem e formação);
- ii) Flexibilidade da linha (tipo modular);
- iii) Facilidade de comunicação com o fornecedor;
- iv) Prazo de entrega do fornecedor;
- v) Assistência técnica.

Relativamente ao critério custo, foi definido que a proposta a apresentar pelos fornecedores deveria incluir o transporte, a descarga e montagem do equipamento, ficando também acordado que seria de sua responsabilidade a formação inicial dos novos colaboradores.

O critério flexibilidade caracteriza-se, não só pela adaptação do equipamento às necessidades actuais do requisitante, como também pela possibilidade de poder ser modificado se necessário. Pretende-se com este critério, que a linha seja modular de forma a poder ser adaptada, caso se verifique um crescimento da mesma. Deste modo, a capacidade de inovação e flexibilidade da solução apresentada pelo fornecedor pode vir a ser determinante na sua selecção.

Entendeu-se por facilidade de comunicação, a disponibilidade do fornecedor para prestar qualquer esclarecimento.

O cumprimento do prazo de entrega do equipamento pelo fornecedor é determinante para o arranque do projecto e não pode pôr em causa o lançamento no mercado da nova embalagem “Master Karton”. Assim, a hipótese de não cumprimento do prazo, deverá ser salvaguardada por uma cláusula de penalizações no contrato final.

Por último, relativamente à assistência técnica, o fornecedor deve dar garantia de prestar uma assistência técnica pronta e eficaz.

Depois de concluída a definição dos critérios e para avaliação das propostas, foi estabelecida pelo comprador, a seguinte ponderação: custo 30%, flexibilidade da linha 20%, facilidade de comunicação com o fornecedor 10%, prazo de entrega 30%, assistência técnica 10%.

4ª Etapa - Selecção de fornecedores

Uma vez definidos os pesos dos critérios, apresentados na tabela 8, procedeu-se à avaliação das propostas.

Tabela 8 – Tabela de pesos dos critérios

Critérios	Pesos
Custo	0,3
Flexibilidade	0,2
Comunicação	0,1
Prazo de entrega	0,3
Assistência técnica	0,1
Total	1

Todas as propostas foram avaliadas pelo comprador, segundo os critérios da tabela 8, sendo atribuída aos respectivos fornecedores uma pontuação na escala de 1 a 5 (em que 1 é a pior proposta e 5 a melhor), em cada critério, conforme a tabela 9.

Tabela 9 – Tabela de atribuição de pontuações aos critérios

	Custo	Flexibilidade	Comunicação	Prazo de entrega	Assistência
Fornecedor 1	5	5	4	5	5
Fornecedor 2	3	3	2	3	2
Fornecedor 3	2	2	5	2	4

A proposta que apresentou maior pontuação no critério custo foi a apresentada pelo fornecedor 1, distanciando-se neste critério dos fornecedores 2 e 3. No que se refere à flexibilidade da linha, o comprador considerou que a proposta do fornecedor 1 apresentava uma solução bastante mais modular, adaptando-se mais facilmente a novas exigências, do que as propostas dos outros concorrentes. No critério facilidade de comunicação com o fornecedor, considerou-se a melhor proposta, a do fornecedor 3. Em relação ao critério prazo de entrega a melhor proposta foi a do fornecedor 1, com disponibilidade imediata, seguida dos fornecedores 2 e 3. No que respeita à assistência técnica, concluiu-se que a proposta do fornecedor 1 apresentava mais garantias.

Após a atribuição das pontuações a cada fornecedor, havia que seleccionar a proposta com maior pontuação total, obtida após a multiplicação da pontuação de cada fornecedor pelo peso de cada critério, conforme apresentado na tabela 10.

Tabela 10 – Tabela de resultados

	Total
Fornecedor 1	4,9
Fornecedor 2	2,8
Fornecedor 3	2,5

Uma vez analisada a tabela dos resultados, é interessante realçar que a proposta do fornecedor 1 apresentou maior pontuação na maioria dos critérios, custo, flexibilidade, prazo de entrega e assistência técnica, o que a distanciou favoravelmente das outras propostas.

5ª Etapa - Negociação, elaboração da encomenda e verificação do prazo de entrega

A negociação para a obtenção do melhor custo e melhores garantias, bem como a elaboração da encomenda e verificação do cumprimento do prazo de entrega previamente definido, foram da responsabilidade do departamento de compras.

Depois de efectuada a compra ao fornecedor seleccionado e após a entrega e montagem da linha, procedeu-se ao arranque de teste, a fim de se verificar a operacionalidade dos equipamentos.

4.8 Discussão do método de selecção actualmente utilizado

Neste caso de estudo foi utilizado o método dos pesos ponderados de Timmerman (1986). Após uma análise ao processo de selecção de fornecedores aplicado, verifica-se que este apresenta as seguintes limitações:

- Por se tratar de uma nova compra, não existe histórico de fornecimento, pelo que a avaliação passa a ser baseada em informações obtidas através de terceiros e na experiência do comprador;
- Dado que o projecto em causa implica a aquisição de equipamento específico, este só poderá ser testado depois de implementado;
- Verifica-se dificuldade na avaliação de critérios qualitativos, como a capacidade de cumprimento do estabelecido no contrato e a perspectiva de relacionamento a longo prazo;
- Atendendo a que não foram estabelecidos limites mínimos para cada critério, a obtenção de uma baixa classificação em determinado critério pode ser compensada por uma alta noutro.

Finalizado o estudo do processo de selecção de fornecedores aplicado à compra de equipamentos e dadas as limitações atrás apresentadas, surgiu a necessidade de estudar a aplicação de um novo método.

4.9 Proposta de aplicação do método AHP no processo de selecção de fornecedor para a compra de equipamentos

A aplicação de outro método de selecção de fornecedores iniciou-se com a definição dos critérios de selecção, utilizando para tal o diagrama de afinidades.

Evans et al. (2001), definem o diagrama de afinidades ou método KJ, desenvolvido pelo antropologista japonês Jiro Kawakita, como uma ferramenta de associação / agrupamento de dados. Acrescentam que este método permite reunir uma grande quantidade de ideias e organizá-las em grupos, cujos elementos são escolhidos

com base no relacionamento / afinidades entre eles. Concluem que a sua principal finalidade é organizar um conjunto de dados, de modo a permitirem a análise das relações de causa e efeito entre eles pelo que é usado geralmente para refinar um *brainstorming*.

4.9.1 Aplicação do diagrama de afinidades para a determinação de critérios de selecção de fornecedores

Com o propósito de desenvolver uma aplicação de uma metodologia de selecção de fornecedores ao caso de estudo, foi formada uma equipa de 7 elementos, constituída por dois colaboradores de cada um dos departamentos de montagem, qualidade e compras, e um do departamento de manutenção. Esta equipa reuniu-se para definir os critérios e sub critérios de selecção de fornecedores, começando pela resposta à pergunta foco: Quais os critérios que devem ser considerados no processo de selecção de fornecedores para a compra da linha de embalamento automático?

Como material de trabalho, foram distribuídos a cada participante, dois blocos de *post-its*, um amarelo e outro cor-de-rosa, para poderem ser colados no quadro existente na sala, durante a reunião.

Para a determinação dos critérios e utilizando a metodologia do diagrama de afinidades, seguiram-se os seguintes passos:

- 1º Passo** – Apresentação de ideias;
- 2º Passo** – Colocação das ideias no quadro;
- 3º Passo** – Organização das ideias em grupos;
- 4º Passo** – Atribuição de uma designação a cada grupo de ideias;
- 5º Passo** – Construção do diagrama.

Seguidamente descreve-se de forma resumida cada um dos passos.

1º Passo – Do *brainstorming* inicial surgiram vários critérios que os participantes escreveram, separadamente em cada *post-it* amarelo.

Os critérios de selecção identificados pelos colaboradores do departamento de montagem foram os seguintes:

- Flexibilidade da linha;
- Custo do equipamento;
- Rapidez de resposta a solicitações do fornecedor;
- Prestação de assistência técnica;
- Possibilidade de formação aos colaboradores;
- Capacidade da linha;
- Fiabilidade da entrega.

O departamento de qualidade identificou os seguintes critérios:

- Robustez da linha;
- Fiabilidade da entrega;
- Prestação de assistência técnica;
- Rapidez de resposta a solicitações do fornecedor.

Os critérios seleccionados pelos colaboradores do departamento de compras foram os seguintes:

- Custo do equipamento;
- Facilidade de comunicação com o fornecedor;
- Custo de transporte e montagem do equipamento;
- Cumprimento das condições acordadas para a entrega;
- Prestação de assistência técnica;
- Possibilidade de modificar a linha para diferentes configurações de acordo com novas necessidades.

Por último, o departamento de manutenção identificou os seguintes critérios:

- Robustez da linha;
- Prestação de assistência técnica;
- Existência de peças de substituição;
- Rápida resposta do fornecedor a solicitações.

Após identificação dos critérios (expressos por uma ideia e não por uma única palavra) foram escritos separadamente em cada *post-it* amarelo pelos participantes.

2º Passo – À medida que iam sendo escritos, os *post-its* amarelos iam sendo colados no quadro de forma aleatória.

3º Passo – Depois de todos os participantes terem colocado os *post-its* no quadro, agruparam-nos segundo a sua afinidade, ao mesmo tempo que liam em voz alta o conteúdo dos mesmos e eliminavam os repetidos.

4º Passo – Usando os *post-its* cor-de-rosa, foi atribuída uma designação a cada um dos grupos: custo total, relacionamento com o fornecedor, serviço e qualidade do equipamento, tendo havido a preocupação de clarificar o conteúdo de cada grupo.

5º Passo – Por fim, foi constituído um diagrama que reuniu todos os grupos identificados durante este processo.

Apresenta-se, na figura 14, o diagrama de afinidades resultante do processo acima referido.

Seleccionar o melhor fornecedor para a compra da linha de embalagem automático			
Custo total	Relacionamento com fornecedor	Serviço	Qualidade do equipamento
Custo do equipamento	Fiabilidade da entrega	Existência de peças de substituição	Flexibilidade da linha
Custo de transporte e montagem	Facilidade de comunicação	Assistência técnica	Capacidade da linha
Formação aos colaboradores	Rapidez de resposta		Robustez da linha

Figura 14 – Diagrama de afinidades.

Assim, custo do equipamento, custo de transporte e montagem do equipamento bem como a possibilidade de formação aos colaboradores foram reunidos num grupo que se denominou de custo total.

Os critérios fiabilidade da entrega (cumprimento das condições acordadas), facilidade de comunicação com o fornecedor (entendimento com o fornecedor e clareza de ideias) e rapidez de resposta a solicitações por parte do fornecedor foram reunidos num grupo designado de relacionamento com fornecedor.

Os critérios, existência de peças de substituição e prestação de assistência técnica foram reunidos num grupo intitulado de serviço.

Por último, os critérios, flexibilidade da linha (possibilidade de diferentes configurações de acordo com as necessidades), capacidade e robustez da linha foram reunidos num grupo denominado qualidade do equipamento.

4.9.2 Aplicação do método AHP aos critérios identificados pelo diagrama de afinidades

Tendo em vista a aplicação do método AHP, após a elaboração do diagrama de afinidades, aos grupos anteriormente identificados denominaram-se critérios e os elementos de cada grupo foram designados de sub critérios. As alternativas consideradas foram as mesmas que anteriormente tinham sido estudadas no método de pesos ponderados de Timmerman (1986).

Para a construção do diagrama de selecção de fornecedores do método AHP, foram colocados hierarquicamente, no primeiro nível o objectivo, no nível imediatamente inferior os quatro critérios, no nível seguinte os respectivos sub critérios e no último nível as alternativas.

4.9.3 Determinação manual do peso dos critérios e sub critérios

Os critérios definidos anteriormente foram comparados dois a dois, pelo comprador sendo-lhes atribuídos graus de importância relativa.

As comparações entre os critérios foram as seguintes:

- O custo total é ligeiramente mais importante que o relacionamento com o fornecedor;
- O custo total é entre ligeira e claramente mais importante que o serviço;
- O custo total é ligeiramente mais importante que a qualidade do equipamento;
- O relacionamento com o fornecedor é ligeiramente mais importante que o serviço;

- O relacionamento com o fornecedor é ligeiramente mais importante que a qualidade do equipamento;
- O serviço é entre igual e ligeiramente mais importante que a qualidade do equipamento.

Assim, a partir de comparações dos critérios dois a dois e utilizando a escala fundamental de Saaty, construiu-se a tabela 11.

Tabela 11 – Matriz de critérios AHP

Matriz de critérios	Custo total	Rel. com o fornecedor	Serviço	Qualidade do equipamento
Custo total	1	3	4	3
Rel. com o fornecedor	0,33	1	3	3
Serviço	0,25	0,33	1	2
Qualidade do equipamento	0,33	0,33	0,5	1

Com base na tabela anterior e utilizando a metodologia do vector próprio direito (Saaty, 1990), calculou-se o peso de cada critério. Assim, a coluna soma da tabela 12 foi obtida a partir da soma de cada linha da tabela 11. O peso de cada critério resulta da divisão de cada soma, pelo total da coluna da soma da tabela 12.

Tabela 12 – Matriz dos pesos dos critérios AHP

Matriz dos pesos dos critérios	Soma	Peso
Custo total	11	0,46
Rel. com o fornecedor	7,33	0,30
Serviço	3,58	0,15
Qualidade do equipamento	2,16	0,09
Total	24,07	

Calcularam-se o índice de inconsistência (IC) e a razão de consistência (RC) das decisões:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_i \cdot \frac{Aw_i}{w_i} = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{2,23}{0,46} + \frac{1,17}{0,3} + \frac{0,54}{0,15} + \frac{0,41}{0,09} \right) = 4,2258$$

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) = (4,2258 - 4) / (4-1) = 0,0752$$

$$RC = IC / IR = 0,0752 / 0,9 = 0,083646 < 0,09$$

Verificou-se que o valor da razão de consistência das decisões para $n = 4$ é inferior a 0,09 pelo que se concluiu que a inconsistência das comparações efectuadas pelo decisor foi aceitável.

Depois de determinados os pesos de cada critério, passou-se ao estudo dos pesos dos seus sub critérios, de que resultaram as seguintes comparações entre os sub critérios, do critério custo total:

- O custo do equipamento é ligeiramente mais importante que o custo de transporte;
- O custo do equipamento é claramente mais importante que a formação;
- O custo de transporte é ligeiramente mais importante que a formação.

Com base nestas afirmações, elaborou-se a tabela 13.

Tabela 13 – Matriz dos sub critérios do custo total.

Sub critérios do custo total	Custo do equipamento	Custo do transporte	Formação
Custo do equipamento	1	3	5
Custo do transporte	0,33	1	3
Formação	0,2	0,33	1

Partindo da tabela 13 e utilizando a metodologia do vector próprio direito (Saaty, 1990), foram encontrados os pesos do sub critério custo total, expressos na tabela 14.

Tabela 14 – Matriz dos pesos dos sub critérios do custo total.

Peso dos sub critérios do custo total	Soma	Peso
Custo do equipamento	9	0,61
Custo do transporte	4,33	0,29
Formação	1,53	0,10
Total	14,86	

Calcularam-se o índice de inconsistência (IC) e a razão de consistência (RC) das decisões:

$$\lambda_{\max} = 3,0505074$$

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) = (3,0505074 - 3) / (3-1) = 0,025254$$

Com, IR = 0,58 para n = 3, (ver tabela 3)

$$RC = IC / IR = 0,025254 / 0,58 = 0,043541 < 0,05$$

Assim, o valor da razão de consistência das decisões para n = 3 é inferior a 0,05 pelo que se concluiu que a inconsistência das comparações efectuadas pelo decisor foi aceitável.

Igual procedimento foi efectuado para os restantes sub-critérios dos critérios relacionamento com fornecedor, serviço e qualidade do equipamento.

Posteriormente, para cada um dos sub critérios dos diversos critérios foram estabelecidas comparações dois a dois, entre os fornecedores anteriormente considerados válidos, a fim de determinar o seu peso. Com base nas comparações estabelecidas para o subcritério custo do equipamento construiu-se a tabela 15.

Tabela 15 – Matriz do sub critério custo do equipamento

Custo do equipamento	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	0,5	2
Fornecedor B	2	1	4
Fornecedor C	0,5	0,25	1

A informação recolhida na tabela 15 foi utilizada para calcular o peso dos fornecedores no sub-critério custo do equipamento, dando origem à tabela 16.

Tabela 16 – Matriz dos pesos do sub critério custo do equipamento

Custo do equipamento	Soma	Peso
Fornecedor A	3,5	0,29
Fornecedor B	7	0,57
Fornecedor C	1,75	0,14
Total	12,25	

Tendo-se verificado que o valor da razão de consistência das decisões para n = 3 é inferior a 0,05 concluiu-se que a inconsistência das comparações efectuadas pelo decisor foi aceitável. Procedeu-se de igual forma para os restantes sub-critérios dos critérios relacionamento com fornecedor, serviço e qualidade do equipamento.

4.9.4 Árvore de decisão AHP

Apresenta-se, na figura 15, a árvore de decisão AHP, obtida após a determinação do peso dos fornecedores para os restantes sub critérios dos critérios: relacionamento com o fornecedor, serviço e qualidade do equipamento.

Para obter a pontuação final de cada fornecedor, somaram-se os resultados obtidos pela multiplicação do peso de cada fornecedor pelo peso de cada critério e respectivos sub-critérios.

Pontuação do Fornecedor A = 0,513706

Pontuação do Fornecedor B = 0,333761

Pontuação do Fornecedor C = 0,151033

O fornecedor a escolher seria o Fornecedor A por apresentar maior pontuação total.

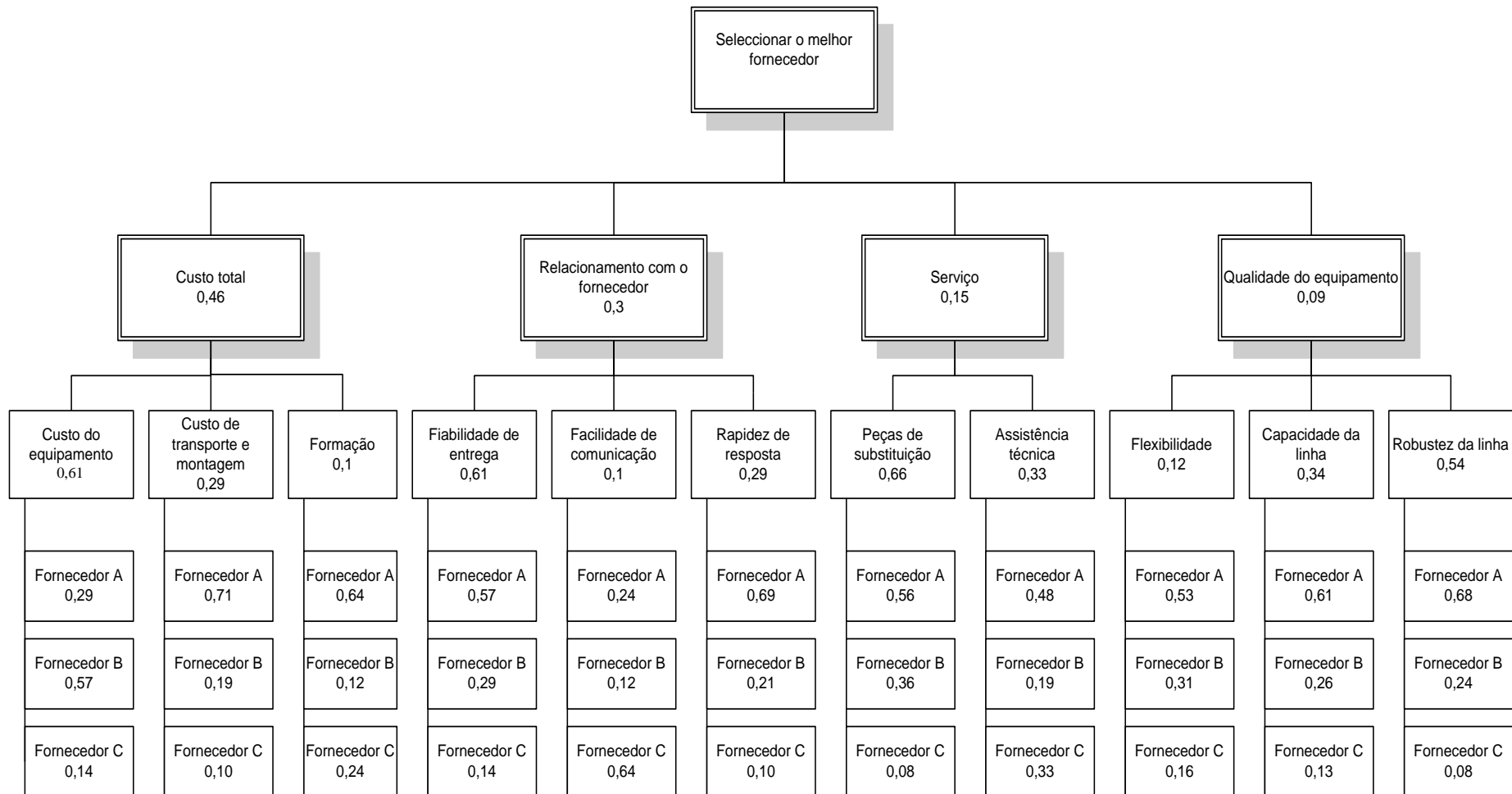


Figura 15 – Árvore de decisão AHP.

4.9.5 Aplicação do *software Expert Choice*

Como forma de facilitar os cálculos e possibilitar uma rápida análise de sensibilidade, decidiu-se recorrer ao *software Expert Choice*. Para o efeito foram transpostas para o *Expert Choice* as comparações estabelecidas entre os critérios e sub critérios e calculados os valores das inconsistências. Na tabela 17 apresenta-se a comparação dos resultados obtidos pelas duas abordagens, manual e utilizando o *software*, respectivamente.

Tabela 17 – Comparação do peso dos critérios.

Matriz dos pesos dos critérios	Manual	<i>Expert Choice</i>
Custo total	46%	50,4%
Rel. com o fornecedor	30%	26,7%
Serviço	15%	12,9%
Qualidade do equipamento	9%	10%

Verifica-se que para valores de inconsistência aceitáveis, o peso de cada critério calculado com a ajuda do *software Expert Choice* difere dos valores calculados manualmente². Relativamente ao peso dos fornecedores, após a aplicação do *software* para todas as comparações, obtiveram-se os resultados expressos na figura 16:

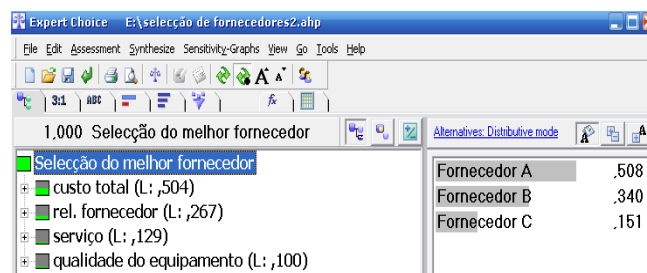


Figura 16 – Resultados obtidos pelo *Expert Choice*.

É interessante verificar que utilizando o *software Expert Choice*, embora o fornecedor a seleccionar fosse também o Fornecedor A por apresentar maior pontuação total, o peso de cada fornecedor, para valores de inconsistência aceitáveis, difere dos calculados manualmente.

² Não foi possível saber qual a fórmula de cálculo do vector próprio utilizado no *software Expert Choice*.

4.9.11 Análise dos resultados

Nem sempre o comprador está seguro das suas decisões pelo que se torna interessante observar de que modo a solução é modificada quando ocorrem alterações nas preferências entre as alternativas. Se se alterar a ponderação de cada critério, colocando, por exemplo, igual peso para cada um, o resultado seria o apresentado na figura seguinte.

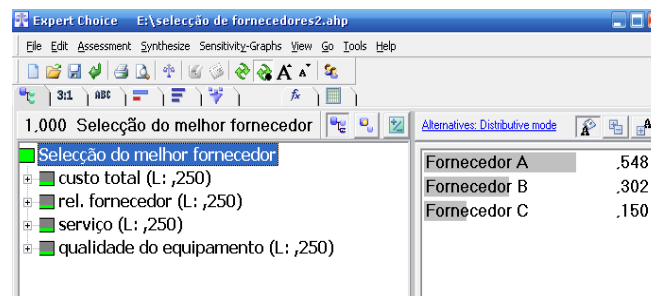


Figura 17 – Resultado final considerando igual peso para todos os critérios.

É interessante notar que os resultados finais são bastante semelhantes aos anteriores. Se se alterar as ponderações dos critérios, considerando unicamente um deles, como por exemplo, a qualidade do equipamento, conclui-se que o resultado final também não se altera, conforme se pode confirmar na figura seguinte.

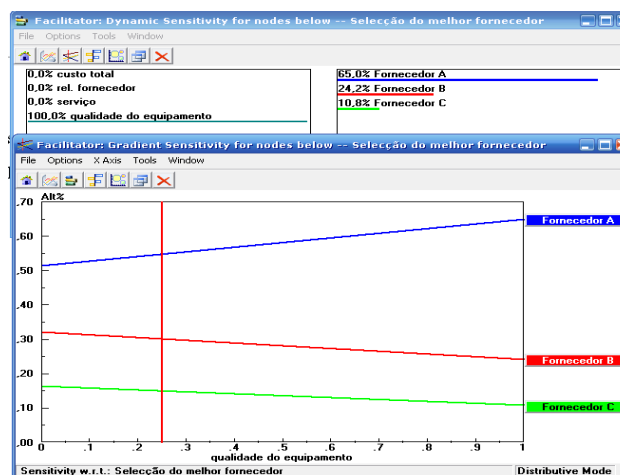


Figura 18 – Resultado final considerando unicamente o critério qualidade do equipamento.

Importa referir que se obtêm resultados finais bastante semelhantes aos anteriores.

Da mesma forma, analisando algumas alterações possíveis na ponderação dos sub-critérios do critério relacionamento com o fornecedor, verifica-se que:

- Alterando de 5 para 7, a importância da fiabilidade da entrega relativamente à facilidade de comunicação, o resultado final mantém-se;
- Alterando a importância da facilidade de comunicação relativamente à rapidez de resposta de 0,33 para 0,5, o resultado final mantém-se.

Com este exercício de análise de sensibilidade, procurou-se detectar alguma variável que alterasse o resultado final, mas o mesmo não se verificou. Pelo facto do peso do critério custo total ser muito elevado relativamente aos restantes, e da proposta do Fornecedor A apresentar uma boa classificação no mesmo, qualquer alteração nos outros critérios e sub-critérios não muda o resultado final. O mesmo acontece no caso de se colocar todos os critérios com igual peso. Com efeito a proposta do Fornecedor A é bastante robusta ao ponto de qualquer variação no peso dos critérios não alterar o resultado final.

4.10 Conclusões

Este caso de estudo iniciou-se com a aplicação do método de pesos ponderados de Timmerman à compra de um novo equipamento, tendo-se concluído que a aplicação deste método apresenta diversas limitações. Posteriormente e na tentativa de ultrapassar as mesmas, passou-se à aplicação do método AHP.

O método AHP mostrou-se adequado ao problema em estudo, nomeadamente no que se refere à sua utilidade na estruturação do problema decisório.

Da aplicação do método AHP à selecção de fornecedores salientam-se como principais vantagens, relativamente ao método dos pesos ponderados de Timmerman, as seguintes:

- Com este método o problema inicial foi decomposto em hierarquias e facilmente esquematizado num diagrama, sendo cada critério subdividido em critérios mais simples e sub critérios, de forma a facilitar a sua compreensão e decisão final;
- No método dos pesos ponderados de Timmerman os pesos são definidos de uma forma genérica, independentemente da situação concreta. Com a

aplicação do diagrama de afinidades para o método AHP, os critérios são definidos por uma equipa conhecedora da especificidade do problema de uma forma mais adequada à realidade;

- A atribuição de pesos foi feita com base em comparações dois a dois, dentro do mesmo nível de hierarquia, reduzindo a complexidade da decisão final e sistematizando o resultado.

Contudo, destacam-se as seguintes limitações:

- A discussão do problema, até se conseguir um consenso, pode consumir muito tempo;
- Tal como no método dos pesos ponderados de Timmerman, o facto de ser um método compensatório, o bom desempenho de uma alternativa em determinado critério, pode compensar o mau desempenho noutra;
- O número de comparações necessárias pode crescer rapidamente, com o aumento do número de critérios.

A aplicação deste método permitiu concluir que as suas principais vantagens residem no facto de poder esquematizar o problema num diagrama de fácil compreensão e considerar critérios qualitativos.

Acredita-se que a utilização do *software Expert Choice* se justifica. Por um lado, permite de forma expedita chegar rapidamente aos resultados e por outro, simplifica todo o processo de análise de sensibilidade, bem como a apresentação dos resultados de uma forma objectiva, a toda a organização.

Capítulo 5

Considerações finais

O principal objectivo desta dissertação foi o de testar uma metodologia de selecção de fornecedores para uma compra não repetitiva. Neste caso particular trata-se da compra de três linhas de embalamento automático de produto final na empresa Grohe Portugal.

A escolha deste caso de estudo baseou-se, não só no facto de se tratar de uma compra não repetitiva, pouco abordado na literatura estudada, como também por se verificar alguma facilidade de obtenção de informação na empresa escolhida, de forma a permitir uma recolha de informação contextualizada. A decisão de utilização de um caso de estudo durante este trabalho, revelou-se uma forma adequada de pesquisa e permitiu um maior conhecimento da utilização prática de alguns métodos de selecção de fornecedores.

O estudo de caso mostrou que o modelo dos pesos lineares de Timmerman poderia ter sido utilizado apresentando, no entanto, como principais limitações a dificuldade em se considerarem critérios qualitativos e a possibilidade de uma classificação baixa num determinado critério vir a ser compensada por uma alta noutro se não fossem estabelecidos limites mínimos para cada critério. Contudo, embora se reconheça a simplicidade de aplicação deste método, face ao a cima exposto, concluiu-se que não será o mais adequado para este tipo de compra.

Na tentativa de ultrapassar as limitações do método anterior, decidiu aplicar-se outro método. Depois de analisadas as vantagens e inconvenientes do processo de análise hierárquico (AHP) e do modelo de custo total de posse (TCO), optou-se pela aplicação do primeiro.

Parece poder concluir-se que a aplicação do método AHP é indicada para este caso de estudo, tendo em conta que este método esquematiza o problema num diagrama hierárquico de fácil compreensão. Embora o processo de selecção dos critérios tenha sido moroso por exigir o consenso de um grupo de discussão, tornou-se vantajoso pelo facto de os critérios e sub critérios considerados terem sido definidos por uma equipa conhecedora do problema. A atribuição dos pesos foi feita com base em comparações dois a dois, dentro do mesmo nível de hierarquia, reduzindo a complexidade da decisão final. A utilização do *software Expert Choice* permitiu chegar rapidamente aos resultados e simplificou todo o processo de análise de sensibilidade, bem como a apresentação dos resultados de uma forma objectiva para toda a organização.

Refira-se, no entanto que, não foram descuradas as limitações próprias da utilização deste método. Primeiro, pelo facto de ser um método compensatório, onde um bom desempenho de uma alternativa em determinado critério poder compensar um mau desempenho noutra. Segundo, porque o número de comparações pode crescer rapidamente com o aumento do número de critérios.

Apesar das razões expostas anteriormente, concluiu-se que o estudo contribuiu para um melhor conhecimento dos métodos de selecção de fornecedores, bem como da importância da selecção de fornecedores nas organizações.

Referências

Bibliográficas

- Bello, M. (2003). A case study approach to the supplier selection process. *University of Puerto Rico*.
- Boer, L. de van der Wegen, L. (1998). *Operations Research in support of purchasing. Design of a toolbox for supplier selection*. Tese de doutoramento. University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- Boer L. de, Labro E., Morlacchi, P. (2001). A Review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7, 75–89.
- Boer L. de, van der Wegen, L. (2003). Practice and promise of formal supplier selection: a study of four empirical cases. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 109-118.
- Bhutta, K. S. e Huq, F. (2002). Supplier selection problem: a comparison of the TCO and AHP approaches. *International Journal of Supply Chain Management*, 7, 3, 126-135.
- Carr, A. S. e Pearson, J. N. (2002). The impact of purchasing and supplier involvement on strategic purchasing and its impact on firm's performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 22, 9/10, 1032-1053.
- Degraeve, Z., Labro, E., Roodhooft, F. (2000). An evaluation of vendor selection models from a total cost of ownership perspective. *European Journal of Operational Research*, 125, 34-58.
- Dickson, G. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2, 5-17.
- Ellram, L. M. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26,4, 8-14.
- Ellram, L. M. (1991). Supply chain management: The industrial organization perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21,2, 12-22.

- Ellram, L. M. (1994). Total Cost Modeling in Purchasing. Center for Advanced Purchasing Studies, Tempe, AZ.
- Ellram, L. M. (1995). Total cost of ownership an analysis approach for purchasing. *Journal of Physical Distribution and Logistics*, 25,8,4-23.
- Ellram, L. M., Sifferd, S. P. (1993). Purshasing: The cornerstone of the total cost of ownership concept. *Journal of Business Logistics*, 14,1, 163-184.
- Evans, James R., Lindsay, William M. (2001). *The Management and Control of Quality*, 5th edition, Thomson Learning.
- Expert Choice - Expert Choice, Inc., 4922, Ellsworth Avenue, Pittsburgh, Pennsylvania, 15213, USA.
- Fong, P. e Choi, S. (2000). Final contractor selection using AHP. *Construction Management and Economics* 18, 547-557.
- Gelderman C. J. (2003). *A portfolio approach to the development of differentiated purchasing strategies*. Tese de doutoramento. Universiteits Drukkerij/Technische Universiteit Eindhoven.
- Gelderman C. J., Arjan J. Van Weele (2003). Handling measurement issues and strategic directions in Kraljic's purchasing portfolio model. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 207-216.
- Gelderman C. J., Albronda, B. (2004). *Managing the Global Supply Base through Purchasing Portfolio Management*, Open University of the Netherlands.
- Gelderman C. J., Arjan J. Van Weele (2005). Purchasing portfolio models: A critique and update. *Journal of Purchasing and Supply Management*, August, 19-28.
- Goodwin P. e Wright G. (2004) *Decision Analysis for Management Judgment*, 3^{ra} edição, Wiley 2000.
- Hakansson, H. e Wootz, B. (1975). Supplier selection in an international environment – an experimental study. *Journal of Marketing Research*, 12, 1, 46-51.
- Harding, M. (1998). How to calculate total purchase cost. *Hospital materiel Management Quarterly*, 19, 4, 9-13.
- Humphreys, P., Wong Y.K., Chan F. (2003). Integrating environmental criteria into the supplier selection process. *Journal of Materials Processing Technology*, 138, 349-356.
- Kannan V., Tan K. (2002). Supplier selection and assessment: their impact on business performance. *Journal of Supply Chain Management*, 38, 4, 11-21.
- Kraljic, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review* 61, 5, 109–117.

- Meredith, J. (1998). Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations & Management*, 16, 441- 454.
- McIvor, R., P. Humphreys e E. McAlleer (1997). The evolution of the purchasing function. *Strategic Change*, May, 165-179.
- Mohanty, R. P., Deshmukh, S. G. (1993). Use of analytic hierarchic process for evaluating sources of supply. *International Journal of Physical Distribution & Logistics*, 23, 3, 22.
- Nydick, R.L., Hill, R. P. (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, April, 31-36.
- Saaty, T.L. (1990). *The Analytical Hierarquy Process*, RWS Publications.
- Saaty, T.L. (2006). Rank from comparisons and from ratings in the analytical hierarchy/network processes. *European Journal of Operational Research*, 168, 557-570.
- Sloane, B. Elliot (2004). Using a decision support System tool for Healthcare Technology Assessments. *Engineering in medicine and Biology magazine*, May/June, 42-55.
- Srdjevic, B. e Jandric, Z. (2000). Analytic Hierarchy Process in Selecting The Best Irrigation Method. *Submitted to Elsevier's Journal on Agricultural Systems*.
- Timmerman, E. (1986). An approach to vendor performance evaluation. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 22, 2-8.
- Verma, R. and Pullman, M. (1998). An Analysis of the Supplier Selection Process. *Omega*, 26, 6.
- Weber, C. A., Current, J. R. e Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50, 2-18.
- Weele, Arjan J. van (2002). *Purchasing and supply chain management analysis, planning and practice*, 3^{ra} edição, Thomson Learning.
- Manual de Gestão 2^a edição Março 2005 – Grohe Portugal